



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta přírodovědně-humanitní
a pedagogická



Studie možné obnovy zaniklé vodní nádrže v rámci zvýšení retenčního potenciálu krajiny

Bakalářská práce

Studijní program: B1301 – Geografie

Studijní obor: 1301R022 – Aplikovaná geografie

Autor práce: **Jiří Kočib**

Vedoucí práce: RNDr. Jan Kocum, Ph.D.





TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta přírodovědně-humanitní
a pedagogická



Study of possible restoration of a defunct water reservoir within the enhancement of a landscape retention potential

Bachelor thesis

Study programme: B1301 – Geography

Study branch: 1301R022 – Applied Geography

Author: **Jiří Kočib**

Supervisor: RNDr. Jan Kocum, Ph.D.





TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
Fakulta přírodovědně-humanitní
a pedagogická



Zadání bakalářské práce

Studie možné obnovy zaniklé vodní nádrže v rámci zvýšení retenčního potenciálu krajiny

Jméno a příjmení: Jiří Kočib
Osobní číslo: P16000470
Studijní program: B1301 Geografie
Studijní obor: Aplikovaná geografie
Zadávající katedra: Katedra geografie
Akademický rok: 2018/2019

Zásady pro vypracování:

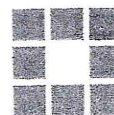
Cíle:

1. Literární rešerše týkající se problematiky zaniklých malých vodních nádrží.
2. Vymezení a fyzicko-geografická charakteristika zájmového území a konkrétně vytípané lokality se zaměřením na místní hydrologické poměry vč. DMR a historického a stávajícího land-use.
3. Analýza hydrologického režimu zájmové lokality na základě dostupných dlouhodobých dat a vlastního monitoringu. Posouzení extrémních vodních stavů.
4. 3D rekonstrukce plánované nádrže pomocí UAV, batymetrická analýza 3D modelu, hodnocení retenčního potenciálu navrženého opatření včetně variantních řešení.

Metody:

1. Podrobná literární rešerše studované problematiky z dostupných zdrojů (MVN a jejich využití, význam retence vody v krajině).
2. Analýza dostupných mapových podkladů a vrstev GIS, terénní průzkum.
3. Statistická analýza dostupných časových řad a vlastního monitoringu.
4. Sběr prostorových dat pomocí totální geodetické stanice, dálkovým měřením LiDAR a UAV fotogrammetrii ve vybrané lokalitě. Vyhodnocení a zpracování získaných dat.

Rozsah grafických prací: dle potřeby
Rozsah pracovní zprávy: 40 stran
Forma zpracování práce: tištěná



Seznam odborné literatury:

- ABER, J. S., MARZOLFF, I., & RIES, J. B., 2010. Small-format aerial photography. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11, 138-146.
- ANDERSON, K., & GASTON, K. J., 2013. Lightweight unmanned aerial vehicles will revolutionize spatial ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 11, 138-146.
- BRÁZDIL, K., 2016. Technical report to the 5th generation digital terrain model (DMR 5G). CUZK.
- CAJTHAML, J., 2012. Analýza starých map v digitálním prostředí na příkladu Müllerových map Čech a Moravy. Praha: ČVUT, 172 s.
- ČABLÍK, J., 1981. Úloha rybníků v nynější krajině. In Sborník referátů 15. Sjezdu Československé geografické společnosti. Brno: Česká geografická společnost, s. 214-219.
- ČÍLEK, V., et al., 2017. Voda a krajina: kniha o životě s vodou a návratu k přirozené krajině. 1. vyd., Praha: Dokořán. ISBN 978-80-7363-837-5
- FLENER, C., VAAJA, M., JAAKKOLA, A., KROOKS, A., KAARTINEN, H., KUKKO, A. ET AL., 2013. Seamless mapping of river channels at high resolution using mobile LiDAR and UAV photography. *Remote Sensing*, 5, 6382-6407.
- FONSTAD, M. A., DIETRICH, J. T., COURVILLE, B. C., JENSEN, J. L., & CARBONNEAU, P. E., 2013. Topographic structure from motion: A new development in photogrammetric measurement. *Earth Surface Processes Landforms*, 38, 421-430.
- FRAJER, J., GELETIČ, J., KLADIVO, P., 2013. Reconstruction of extinct ponds using the old maps, historical cadastres and digital terrain model of the Czech Republic 5th generation. Olomouc: Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Geographica 44(1).
- HANEL, M., VIZINA, A., MĀCA, P., & PAVLÁSEK, J., 2012. A multi-model assessment of climate change impact on hydrological regime in the Czech Republic. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 603, 152-161.
- KŘIVÁNEK, J., et al., 2012. Rybníky v České republice. Praha: Consult, 303 s.
- KUBINSKY, D., WEIS, K., FUSKA, J., LEHOTSKY, M., & PETROVIC, F., 2015. Changes in retention characteristics of 9 historical artificial water reservoirs near Banská Štiavnica, Slovakia. *Open Geosciences*, 7.
- LEHOTSKÝ, R., 2010. The role of historical fishpond systems during recent flood events. *Journal of Water and Land development*, 14, s. 49-65.
- LINDNER, M., MAROSCHEK, M., NETHERER, S., KREMER, A., BARBATI, A., GARCIA-GONZALO, J. ET AL., 2010. Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems. *Forest Ecology and Management*, 259, 698-709.
- NEX, F., & REMONDINO, F., 2014. UAV for 3D mapping applications: A review. *Applied Geomatics*, 6, 1-15.
- NĚMEC, J., et al., 2016. Vodní díla v České republice. 1. vyd., Praha: Consult. ISBN 978-80-905159-1-8
- PEPE, M., FREGONESE, L., & SCAIONI, M., 2018. Planning airborne photogrammetry and remote-sensing missions with modern platforms and sensors. *European Journal of Remote Sensing*, 51, 412-435.
- POKORNÝ, J., HAUSER, V., 2002. The restoration of fish ponds in agricultural landscapes. *Ecological Engineering*, 18, s. 555-574.
- ŠÍMA, J., 2013. Quality parameters of digital aerial survey and airborne laser scanning covering the entire area of the Czech Republic. *Geoinformatics FCE CTU*, 10, 15-26.
- TURNER, D., LUCIER, A., & WALLACE, L., 2014. Direct georeferencing of ultrahigh-resolution UAV imagery. *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 52, 2738-2745.
- VAN REES, E., 2015. Creating aerial drone maps fast. *Geoinformatics*.
- VAŠKŮ, Z., 1995. Rybníky jako mimořádně významné útvary krajiny. In: JANEČEK, M., et al. Z historie českých rybníků. Zbraslav: Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, s. 35-45.
- VRÁNA, K., 2004. Malé vodní nádrže – součást revitalizace krajiny. In: Koncepce řešení malých vodních nádrží a mokřadů. Praha: Česká společnost krajinných inženýrů při ČSSI, Česká zemědělská univerzita v Praze, České vysoké učení technické v Praze, s. 4-14.
- VRÁNA, K., et al., 2008. Rybníky a účelové nádrže. Praha: ČVUT, 150 s. ISBN 978-80-01-04002-7
- VRÁNA, K., BERAN, J., 2002. Rybníky a účelové nádrže. Praha: ČVUT.

Vedoucí práce: RNDr. Jan Kocum, Ph.D.
Katedra geografie
Datum zadání práce: 30. listopadu 2018
Předpokládaný termín odevzdání: 19. dubna 2019

prof. RNDr. Jan Pícek, CSc.
děkan

V Liberci 17. prosince 2018

L. S.

doc. RNDr. Kamila Zagoršek, Ph.D.
vedoucí katedry

Prohlášení

Byl jsem seznámen s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 - školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum: 10. 7. 2019

Jiří Kočib

Podpis:

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce panu RNDr. Janu Kocumovi, Ph.D. za odborné a profesionální vedení práce, věcné připomínky, dobré rady a vstřícnost při konzultacích, práci v terénu a při vypracovávání bakalářské práce.

Dále pak děkuji Českému hydrometeorologickému ústavu za poskytnutí dat a Marku Purmovi za pomoc při rekognoskaci zájmového území a následném vytváření 3D modelu krajiny společně s fotogrammetrickou mapou.

Katedře geografie Technické univerzity v Liberci děkuji za zapůjčení dronu, pro účely 3D rekonstrukce.

Abstrakt

Tato bakalářská práce je zaměřena na problematiku obnovy malých vodních nádrží v rámci možného zvýšení retenčního potenciálu krajiny. První část práce je věnována literární rešerši a obecnému seznámení s možnostmi retence vody v krajině. V další kapitole této bakalářské práce se čtenář seznámí s fyzicko-geografickou charakteristikou zájmové lokality s důrazem na hydrologickou analýzu doplněnou o data z měrných profilů Českého hydrometeorologického ústavu.

Práce se v praktické části věnuje vytipovaným zaniklým nádržím, které jsou dle Povodí Ohře s.p. vhodné k možné obnově. Pomocí vlastního 3D modelu a fotogrammetrické mapy se v tomto díle analyzuje výše zmíněný zájem.

Klíčová slova

Malá vodní nádrž, retence, sucho, digitální model reliéfu, 3D model, fotogrammetrie, Šluknovská pahorkatina, Mandava, Liščí potok.

Abstract

The aim of this research is to explore the challenges of renewing small water reservoir in order to improve soil water retention. First of all, the paper provides a systematic review of a secondary research, focusing on a general understanding of soil water retention. Furthermore, this study analyses physiogeographic properties of the interest side, particularly focusing on hydrological analysis of this area. This investigation is supported by the data from Czech Hydrogeological Institute.

The objective of the primary research is to analyse demolished dams that could be rebuilt according to Povodi Ohre s.p. . Theoretical framework is supported by a primary research in form of a 3D model of the focused landscape as well as its photogrammetric map.

Key words

Small water reservoir, retention, dry, digital elevation model, 3D model, photogrammetry, Šluknovská pahorkatina, Mandava, Liščí pond.

Obsah

1 Úvod	12
1.1 Cíle práce, aktuálnost řešené problematiky	12
2 Malé vodní nádrže a jejich retenční potenciál	13
2.1 Klimatická změna a její projevy ve středoevropském prostoru	13
2.1.1 Současné trendy změny klimatu v Evropě	14
2.1.2 Trendy klimatické změny v ČR	15
2.2 Extrémní odtokové situace ve vazbě na změnu klimatu	17
2.3 Retence vody v krajině a možnost jejího zvýšení	18
2.4 Malé vodní nádrže na území České republiky	19
2.4.1 Dělení malých vodních nádrží	19
2.4.2 Historie a současnost malých vodních nádrží	21
2.4.3 Význam MVN v rámci zvýšení retenčního potenciálu krajiny	23
2.4.4 Obnova zaniklých malých vodních nádrží v současnosti	24
3. Materiály a metody	25
3.1 Analýza dostupných mapových podkladů a vrstev GIS	25
3.1.1 II. Vojenské mapování	25
3.1.2 Topografické mapy Topo S-1952	26
3.1.3 Základní mapa České republiky 1:25 000	26
3.2 Statistická analýza dostupných časových řad ČHMÚ	26
3.3 Digitální model reliéfu	27
3.3.1 Totální geodetická stanice	27
3.3.2 Dálkové měření LiDAR	28
3.3.3 UAV fotogrammetrie	28
3.4 Zpracování získaných dat v prostředí GIS	29

3.5 Monitoring aktuálních průtoků a fyzikálně-chemických parametrů povrchových vod.....	30
3.6 Nejistoty měření a analytického zpracování.....	30
4. Případová studie	31
4.1 Fyzicko-geografická charakteristika zájmového území.....	31
4.1.1 Vymezení zájmové lokality	31
4.1.2 Geologické poměry.....	32
4.1.3 Geomorfologické poměry.....	33
4.1.4 Půdní a biogeografické poměry.....	35
4.1.5 Historické a stávající využití zájmového území	38
4.1.6 Klimatické podmínky	40
4.1.7 Hydrologické poměry	41
4.1.8 Analýza hydrologického režimu v zájmovém povodí	42
4.2 Fyzicko-geografická studie zájmové lokality	49
4.2.1 Vymezení oblasti	50
4.2.2 Geologie oblasti.....	50
4.2.3 Geomorfologie oblasti.....	50
4.2.4 Půdní pokryv.....	51
4.2.5 Biogeografická charakteristika	51
4.2.6 Klimatické podmínky	53
4.2.7 Analýza odtoku a fyzikálně-chemických parametrů vody v zájmové oblasti na základě vlastního monitoringu	54
4.2.8 Vyhodnocení retenčního potenciálu zájmové lokality	57
5.Diskuse	61
5.1 Aktuálnost tématu, retenční potenciál vodních nádrží	61

5.2 Nejistoty měření a analytického zpracování	62
5.3 Potenciál zájmové lokality pro kompenzaci hydrologických extrémů	62
6. Závěr	64
Zdroje	66
Použitá literatura	66
Internetové zdroje	70
Seznam příloh	73
Přílohy	75

Seznam obrázků

Obrázek 1 Klíčové zjištěné a předpokládané změny klimatu v jednotlivých regionech Evropy.	15
Obrázek 2 Průběh průměrných teplot vzduchu (°C) v období 1775 - 2012	16
Obrázek 3 Průběh ročních úhrn srážek (mm) v období 1775 - 2012,	16
Obrázek 4 Počet historických rybníků nad 0,5 ha v katastrálních územích	22
Obrázek 5 Výřez mapového listu 2. VM	25
Obrázek 6 Náhled Základní mapy České Republiky 1 : 25 000	26
Obrázek 7 Vymezení zájmového území Šluknovské pahorkatiny	31
Obrázek 8 Schematická mapa lužického plutonu (podle Mísaře et al. 1983)	32
Obrázek 9 Klimatické oblasti dle Quitta	39
Obrázek 10 Land use Šluknovské pahorkatiny	39
Obrázek 11 Hustota říční sítě ve Šluknovské pahorkatině	42
Obrázek 12 Náhled zaniklé MVN.	49
Obrázek 13 Výřez analyzované lokality z v mapách 2. VM.	49
Obrázek 14 Vymezení zaniklých vodních nádrží.	50
Obrázek 15 Pohled na spodní zaniklou vodní nádrž	52
Obrázek 16 Bezpilotní dron při vytváření 3D modelu	53
Obrázek 17 Měření hydrometrickou vrtulí	53

Obrázek 18 Měření hloubky v dolní nádrži	53
Obrázek 19 Náhled na hydrologický režim MVN	54
Obrázek 20 Schéma lokality Liščí (Lipová)	56
Obrázek 21 Diskuse ohledně obnovy MVN s místní obyvatelkou.....	61
Obrázek 22 Náhled 3D modelu z východní strany na západní.	58
Obrázek 23 Náhled 3D model z jižní strany na severní.	58
Obrázek 24 Náhled na 3D modelu ze západní strany na východní.	58
Obrázek 25 Batymetrie "horní" nádrže s profily dna	59
Obrázek 26 Batymetrie "spodní" nádrže s profily dna	60

Seznam tabulek

Tabulka 1 Charakteristika klimatických regionů v ČR	40
Tabulka 2 Fyzikálně-chemické parametry naměřeny 12.6.2019 14:00 hod.....	56
Tabulka 3 Fyzikálně-chemické parametry naměřeny 12.6.2019 16:00 hod.....	56

Seznam grafů

Graf 1 Průměrné denní průtoky - Varnsdorf, Mandava.	43
Graf 2 Průměrné měsíční průtoky - Varnsdorf, Mandava.	44
Graf 3 Průměrné měsíční průtoky - Rumburk, Mandava.	44
Graf 4 Podíl ročních období na celkovém průtoku 2008–2018, MP – Rumburk.....	45
Graf 5 Podíl ročních období na celkovém průtoku 1968–2018, MP – Varnsdorf.....	45
Graf 6 Průměrné roční průtoky - Varnsdorf, Mandava..	46
Graf 7 Průměrné roční průtoky - Rumburk, Mandava.....	46
Graf 8 Porovnání průměrných měsíčních průtoků a roku 2018, Mandava, Varnsdorf ..	48
Graf 9 Porovnání průměrných měsíčních průtoků a roku 2018, Mandava, Rumburk ..	48

Seznam použitých zkratk

ČHMÚ – Český hydrometeorologický ústav

ČR – Česká republika

ČSN – Česká technická norma

ČŮZK – Český úřad zeměměřičský a katastrální

DIBAVOD – digitální báze geografických dat

DMR – digitální model reliéfu

EEA – European Environment Agency (Evropská agentura pro životní prostředí)

GIS – geografické informační systémy

GNSS – Globální navigační satelitní systémy

GPS – Globální polohový systém

LiDAR – Light Detection and Ranging

MVN – malé vodní nádrže

NP – Národní park

OPŽP – Operační program Životní prostředí

ORP – Obec s rozšířenou působností

SRN – Spolková republika Německo

UAV – Unmanned aerial vehicle (bezpilotní letadlo, dron)

WMS – webová mapová služba

ZABAGED – základní báze vodohospodářských dat

1 Úvod

Jedním z největších dnešních problémů nejen České republiky, ale i světa, je sucho. Jeho pozvolný nástup můžeme pozorovat v závislosti na lokalitě v různých projevech. Na našem území lze za pomoci dlouhodobé řady průměrných teplot jasně deklarovat trend v posledních letech. Tento trend je stoupající průměrná teplota. Druhým faktorem zvýšeného rizika sucha je vývoj z hlediska srážek. Tyto změny v posledních desetiletích vedou také k výskytu extrémních hydro-meteorologických jevů, které se projevují jako povodně či období sucha.

K najetí východiska těchto problémů neexistuje žádný metodický pokyn. Je ovšem potřeba přistupovat k řešení komplexně. Jedním s možných řešení je zvýšení retenčního potenciálu krajiny. Tento aspekt nebyl v předchozích letech brán zcela vážně a antropogenní činnost zapříčinila snížení tohoto potenciálu. Retence vody v krajině je v České republice velmi důležitá z hlediska říční sítě. Na naše území téměř nepřitéká žádný velký či malý vodní tok. Jediným přínosem vody do krajiny jsou srážky. Zadržet mimo jiné vodu v krajině lze pomocí vodních nádrží. Výstavba větších vodních děl je na našem území velmi komplikovaná. Česká legislativa není na takovéto stavby připravena. Stále hlasitěji se začíná mluvit o obnově zaniklých vodních nádrží, na které legislativa účinkuje rozdílně. Tyto nádrže nejenže zvýší retenční potenciál krajiny a v dobách dlouhodobého sucha nadlepšují průtoky, ale také dokáží zpomalit možné povodňové situace. S tímto problémem také mohou pomoci poldry.

Jednotlivá povodí aktuálně pracují na vytipování vhodných lokalit k obnově. Jedna z již vytipovaných lokalit od Povodí Ohře je i součástí této práce.

1.1 Cíle práce, aktuálnost řešené problematiky

Hlavním cílem této bakalářské práce je v literární rešerši přiblížit problematiku obnovy zaniklých vodních nádrží a retenčního potenciálu. Přenesením rešeršní části do praktické, ve které práce monitoruje fyzicko-geografickou charakteristiku Šluknovské pahorkatiny s důrazem na konkrétně vytipovanou lokalitu. V této lokalitě práce analyzuje hydrologický režim a pomocí 3D rekonstrukce hodnotí retenční potenciál.

2 Malé vodní nádrže a jejich retenční potenciál

Malou vodní nádrž můžeme definovat dle české státní normy ČSN 75 2410. Jedná se o nádrž, která objemem po hladinu ovladatelného prostoru není vyšší než 2 miliony m³. Zároveň hloubka nádrže není větší než 9 metrů. Normální hladina (hladina ovladatelného prostoru) je stanovená korunou nehrazeného přelivu nebo horní hranou uzávěrů hrazeného přelivu. Tato česká státní norma je brána v potaz při budování nových nádrží. V rámci rekonstrukce stávajících nádrží je doporučována.

Malé vodní nádrže se dělí dle účelovosti, funkce nebo způsobu využití. Mohou zastávat více účelů, funkcí i způsobů využití najednou. Vždy je ovšem jeden u účelů prioritní.

2.1 Klimatická změna a její projevy ve středoevropském prostoru

Klima planety Země prošlo za celou její historii enormními změnami. Tyto změny pokračují i v dnešních dobách. Tyto změny měly a nadále mají určité příčiny. Tyto příčiny můžeme základně rozdělit na přírodní a antropogenní.

Strategie Evropské unie pro přizpůsobení se změně klimatu (European Commision, 2013) uvádí hodnotu průměrné globální teploty světa o 0,8 °C nad úroveň před industrializací. I nadále se tato teplota zvyšuje a v roce 2100 je předpokládán nárůst této teploty 0 1,1 až 6,4 °C – v závislosti na modelu růstu.

Z geologické minulosti planety Země víme o neustálých změnách klimatu. Dle důkazů, které máme k dispozici se střídala období teplejší a chladnější, sušší i vlhčí. Srovnávat klima minulosti s dnešním je sporné. Počet datových řad k přesnému určení historického klimatu není dostačující a zároveň musíme brát v potaz také výrazně odlišné geologické podmínky na Zemi. Odlišné rozložení pevnin a oceánů umožňovalo vytvořit jiný systém proudění vody. Proudění vody ovlivňovalo také podmínky pro přenos teplé energie do vyšších zeměpisných šířek z oblastí tropických.

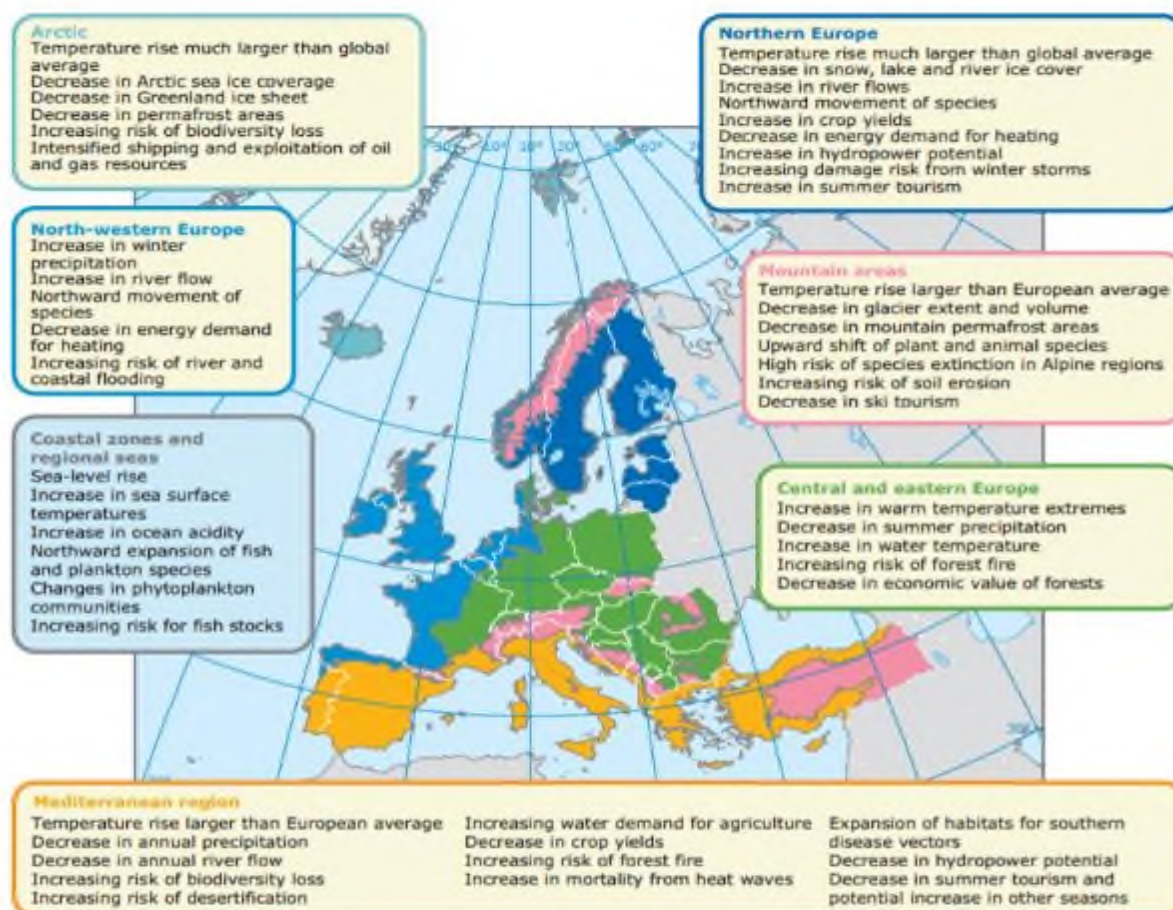
Důkazy o změně klimatu můžeme datovat na základě paleoklimatických údajů pro období tzv. fanerozoika neboli posledních 542 miliónů let. V tomto posledním období – kvartéru (2,588 miliónů let,) se klima vyznačovalo střídáním glaciálů, neboli střídáním chladných období s výrazným nástupem zalednění a interglaciálů, tedy teplých období s ústupem zalednění. Glaciály a interglaciály jsou vnitřně dále členěny na určitá období. V jednom z postglaciálních

období nazývaném holocén (posledních 11 000let), které nastoupilo po posledním glaciálu (Würmský glaciál – vrchol ochlazení před 20 000 lety), právě žijeme. (TRNKA, M., ŽALUD, Z., HLAVINKA, P., BARTOŠOVÁ, L., A KOL 2016)

2.1.1 Současné trendy změny klimatu v Evropě

Evropské klima se vyznačuje především svou regionální proměnlivostí. Tato proměnlivost je dána umístěním evropského kontinentu na severní polokouli. Nezanedbatelný vliv na klima má také působení oceánů a moří, které evropský kontinent obklopují. K Evropě přilehlý asijský kontinent nebo Arktida také mají nemalou měrou vliv na evropské klima. Atmosférická cirkulace se změnami v prostoru či čase ukusují další část podílu na tvorbě celkového klimatu.

Přesun vlhkých vzduchových hmot z Atlantského oceánu a Středomoří je klíčový pro srážkový režim. Regionální a lokální projevy srážkového režimu markantně závisí na konkrétních cirkulačních podmínkách dané oblasti. Změna srážkového režimu a zároveň nárůst teploty napomáhá ke zvýšení výskytu extrémních hydrologických situací (povodně vs. sucho). Přírůstek průměrného ročního srážkového úhrnu v posledním století o 10 – 40 %, je znatelný v severní Evropě. Naopak pokles pozorujeme v oblasti jižní Evropy. Hodnota tohoto poklesu se uvádí okolo 20 %. Na severu převládá nárůst zimních srážkových úhrnů zatímco na jihu pokles letních úhrnů. (EEA 2010)



Obrázek 1 Klíčové zjištění a předpokládané změny klimatu v jednotlivých regionech Evropy. Zdroj: EEA 2012

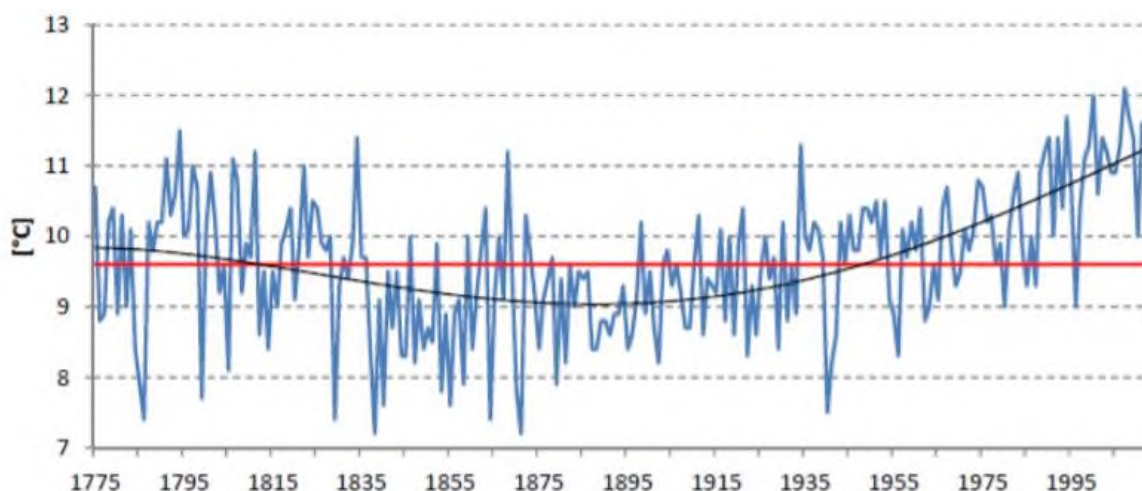
2.1.2 Trendy klimatické změny v ČR

Klimatickou změnu na území České republiky můžeme analyzovat dle dvou hledisek. První hledisko tvoří vývoj průměrných teplot vzduchu. Druhé hledisko poté dokresluje klimatickou změnu průměrným ročním úhrnem srážek.

2.1.2.1 Klimatická změna z hlediska vývoje teploty vzduchu

Hydrologický režim ovlivněn klimatickou změnou lze v České republice pozorovat již od roku 1775 (Praha – Klementinum). Z tohoto dlouhodobého pozorování můžeme určit

základní trendy změny klimatu. Nejvýraznější nárůst teploty vzduchu datujeme dle obrázku 2 do období mezi lety 1961 až 1980. V tomto období průměrná roční teplota vzduchu vzrostla o 0,6 až 1,2 °C. Shodný nárůst teploty můžeme pozorovat i v letech 1981 až 2005. V posledních letech pozorování můžeme zaznamenat výrazné zrychlení nárůstu teplot. (Pretel 2011)

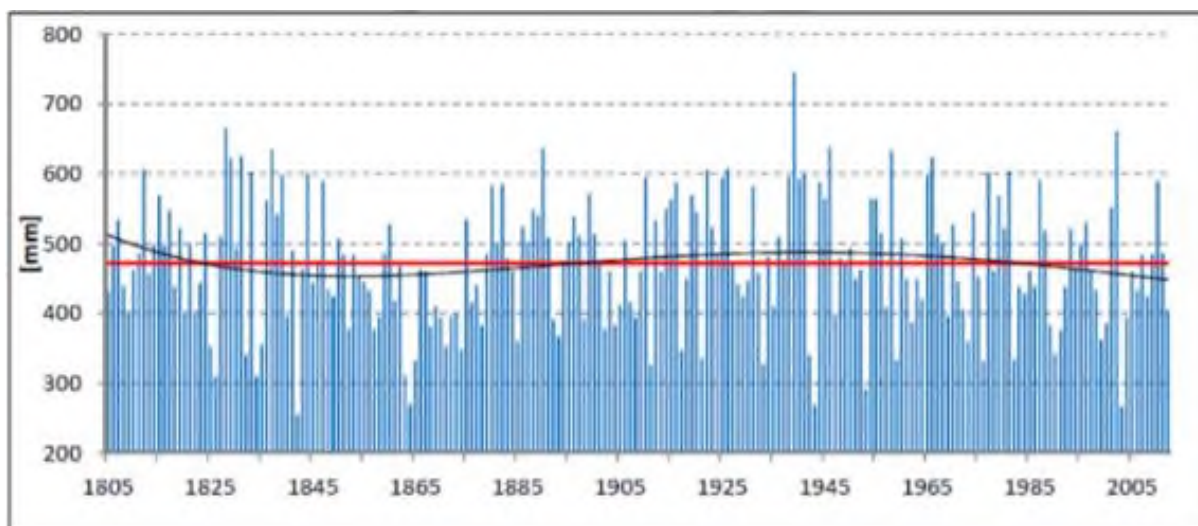


Obrázek 2 Průběh průměrných teplot vzduchu (°C) v období 1775 - 2012, Praha- Klementinum

Pozn: červená čára – dlouhodobý teplotní průměr za sledované období; modrá čára – roční průměrné teploty vzduchu; černá čára – 11letý klouzavý průměr (Zdroj: MŽP, 2015)

2.1.2.2 Klimatická změna z hlediska vývoje úhrnu srážek

Vývoj ročního úhrnu srážek v delším horizontu můžeme pozorovat na obrázku 3. Počátek této datové řady je dán rokem 1805. Od počátků měření, v Pražském Klementinu, není zřetelná nijak markantní změna. Mírný pokles ročního úhrnu srážek můžeme pozorovat až na počátku dvacátého století. Na území České republiky je charakteristická výrazná meziroční proměnlivost srážkových úhrnů. Nejnížší hodnoty můžeme nalézt i pod hranicí 300 mm srážek za rok (v letech 1842, 1864, 1943, 2003). Nejvyšší hodnoty se pak nacházejí nad hranicí 600 mm srážek za rok. Roku 1930 roční úhrn srážek dokonce překonal 700 mm. (Pretel 2011)



Obrázek 3 Průběh ročních úhrn srážek (mm) v období 1775 - 2012, Praha -Klementinum

Pozn: červená čára – dlouhodobý průměr srážek za sledované období; modré sloupce – roční průměrné srážky; černá čára – 11letý klouzavý průměr (Zdroj: MŽP, 2015)

2.2 Extrémní odtokové situace ve vazbě na změnu klimatu

Extrémní hydrometeorologické situace můžeme v posledních letech dát do souvislosti s globální změnou klimatu. Vlivem klimatické změny dochází k ovlivnění určitých faktorů průměrných srážek a teplot. U srážek se jedná například o faktory načasování, intenzity či zvýšení nebo snížení průměrných úhrnů srážek. Z hlediska teplot jde o časté horké vlny, které jdou přímo za sebou, dále pak také nárůst či pokles průměrných teplot. Problémem extrémních hydrometeorologických jevů se v posledních letech zabývá stále více vědců a studií.

Zásluhou velkého počtu studií zabývajících se vývojem klimatu v budoucnosti existuje řada rozdílných možných scénářů. Scénáře se shodují na faktu rychlejšího a intenzivnějšího hydrologického cyklu. Zvyšování teploty má za následek rychlejší evaporaci vody z půdy a vodních ploch. Transpirace rostlin se urychluje a z těchto důvodů roste množství vodní páry v atmosféře. Vyšší vlhkost vzduchu podněcuje intenzivnější lokální srážky, které jsou nerovnoměrně rozložené v prostoru i čase. Tímto způsobem se navyšují počty přívaleových dešťů způsobujících povodně. Zvyšování evapotranspirace a snižování vlhkosti půdy podněcuje vysychání půdy. Nerovnoměrné srážky tento rozdíl nedokáží pokrýt a vzniká sucho. Možná změna atmosférické cirkulace a režimu srážek v ročním cyklu se odvíjí od zvýšení teploty moří a celkové globální teploty. Atmosférická cirkulace a režim srážek mají v důsledku vliv na povodí se sněhovým režimem. V tomto odtokovém režimu se dopadem zvýšení teploty posune doba tání do zimního období, tímto se zvýší odtok v zimě. V celkovém důsledku se touto změnou sníží dotace podzemních vod v jarním období. Veškeré výše zmíněné faktory mohou případné sucho dále prohloubit. (Bates a kol. 2008)

Z hlediska výskytu extrémních hydrometeorologických situací se v další studii zaměřují na povodně v Evropě. Jedna ze studií uvádí vývoj povodní v závislosti nárůstu průměrné teploty do 2 °C. Jestliže by k tomuto zvýšení teploty došlo do konce 21. století, hydrologické modely poukazují na změnu lokalizace povodní. V severní Evropě lokalizované od 60° s. š. na sever klesá podíl povodní. Konkrétně se jedná o skandinávské země (Finsko, Norsko, Švédsko). V těchto oblastech je zaznamenán pokles povodní z jarního tání sněhu. Tento pokles je dán celkovým úbytkem objemu sněhové pokrývky.

Nárůst výskytu povodní je zpozorovaný především v oblastech, kde dochází k celkovému poklesu úhrnu srážek zvýšením evapotranspirace. Na území České republiky nejsou zjištěny žádné výrazné změny průměrných úhrnů. Podobný vývoj srážek můžeme pozorovat také na území Polska a Bulharska. Lobanova a kol. (2018).

2.3 Retence vody v krajině a možnost jejího zvýšení

Schopnost krajinou zadržet v sobě určité množství vody je jednou z klíčových funkcí krajiny. Přesněji tuto vlastnost nazýváme retenční schopnost krajiny. Retenční schopnost krajiny lze definovat jakožto zadržení vody v půdě, na vegetaci, v objektech povodí, mikrodepresích, poldrech a vodních nádržích. (Petříček & Cudlín, 2003).

Důležitost retence tkví v zadržení vody v krajině do mimo srážkových období. Není až tak důležité, zdali zadržená voda bude sloužit pro potřeby člověka nebo například pro transpiraci rostlin. V České republice je retence velmi důležitá. Z hlediska říční sítě do České republiky, až na malé výjimky, žádný vodní tok nepřitéká. Zdrojem vody jsou zde prakticky pouze srážky. Nedostatečná retence vody vede k nedostatku vody v mimo srážkových obdobích. Zadržení vody v krajině má také protipovodňový efekt.

Mimo protipovodňového efektu a zmenšení následků sucha má retence vody v krajině i jiné pozitivní důsledky. Vysoká měrná tepelná kapacita vody pomáhá snižovat teplotní extrémy a tím zlepšuje místní mikroklima. Ráz krajiny s vysokou retencí vody bývá pestřejší čímž pozitivně ovlivňuje biodiverzitu.

Navýšení výskytu extrémně suchých období nebo ničujících povodní v posledních letech vede k souvislosti řešení komplexní protipovodňové ochrany či zadržení vody v krajině a opatření ke zvýšení odtoku v suchých obdobích. Zvyšování přirozeného retenčního potenciálu krajiny včetně pramenných oblastí na našem území je jednou ze strategií jak tohoto docílit. (Janský, Kocum 2007)

Ve své práci se Janský a Kocum (2007) zabývají významem pasivní protipovodňové ochrany v případě zpomalení povrchového odtoku a zvýšení retenčního potenciálu krajiny. Jako řešení problému navrhuje Janský a Kocum (2007) tyto postupy.

- Změnu struktury krajiny, zvyšování podílu lesních porostů (typických pro danou oblast), správná volba pěstování plodin, vhodný způsob orby (po vrstevnici) a využití půdy směrem k trvalým porostům (vysazování rychle rostoucích dřevin)
- Ponechat přírodní nivy jejich přirozenému vývoji. Pohlížet na tyto oblasti zejména jako na přirozené zátopové území
- Relokovat sídla obyvatel a výroby z oblastí ohrožených povodněmi do jiných částí. Omezit nové stavby a hospodářské aktivity v zátopových oblastech
- Částečná změna stávající legislativy (zákony č. 50/1976 Sv. a č. 254/2001 Sb.) Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) a zákon o vodách (vodní zákon)

Pozitivních výsledků vzhledem k zvýšení retenčního potenciálu krajiny lze také docílit výstavbou nových retenčních nádrží či revitalizací starých, porušených nebo opuštěných nádrží. Stavba nové vysoko objemové vodní nádrže na území České republiky je problematická. Lokalit pro stavbu takovéto nádrže z hlediska geomorfologie a hydrologie není mnoho. Legislativa České republiky je k těmto stavbám velmi složitá a proto i pomalá. Z tohoto důvodu vzniká impuls k obnově malých vodních nádrží. Ani tato obnova malých vodních nádrží ovšem není bezproblémová. Je třeba zvážit veškeré důsledky spojené s obnovou MVN. Zásahem do krajiny nastává změna přirozeného vodního ekosystému. Obnova MVN není vhodná pouze jako ochranné opatření proti hydrologickým extrémům. Renovované nádrže by měly významně podporovat celkovou ekologickou stabilitu okolní krajiny. (Kocum 2012)

2.4 Malé vodní nádrže na území České republiky

Malé vodní nádrže se na našem území dnes řídí dle zákona č. 114/1992 Sb. „O ochraně přírody a krajiny“. Celkově přispívají k prevenci hydrometeorologických extrémů a utvářejí vzhled krajiny. (Šálek 1996)

2.4.1 Dělení malých vodních nádrží

Dle české technické normy ČSN 75 2410 vydané v roce 2011 můžeme rozdělit malé vodní nádrže na:

- 1) Krajinotvorné
 - a) Hydromeliorační nádrže, okrasné, umělé mokřady, návesní rybníky

- b) Funkce nadlepšování ekologie krajiny
-
- 2) Ochranné
 - a) Retenční nádrže, suché poldry, protierozní nádrže, dešťové, vsakovací
 - b) Zachycení povodňových vod – ochrana objektů a území před zaplavením
 - 3) Zásobní
 - a) Vodárenské, závlahové, průmyslové, kompenzační, zálohové nádrže atp.
 - b) Shromažďující vodu
 - c) Mnohdy situované v údolích se strmými svahy
 - 4) Hospodářské
 - a) Napájecí, plavíci, výtopové, protipožární nádrže
 - b) Plní danou funkci
 - 5) Na ochranu fauny a flory
 - a) Snaha vytvoření ideálních podmínek pro chráněné druhy
 - 6) Rybochovné
 - a) Výtěrové a třecí, výtažníky, plůdkové výtažníky, komorové rybníky, sádky, karanténní rybníky
 - b) Snaha o vytvoření ideálních podmínek pro chov ryb
 - 7) Rekreační
 - a) Rekreační, cestovní ruch, vodní sporty
 - 8) Upravující vlastnosti vody
 - a) Usazovací, chladicí, přehřívací, aerobní a anaerobní biologické, dočišťovací
 - b) Kontrolovaně řízená změna fyzikálních, biologických nebo chemických vlastností vod
 - 9) Asanační
 - a) Záchytné, skladovací, otevřené vyhnívací, rekultivační laguny
 - b) Asanace antropogenně poškozeného životního prostředí, zachycení a uskladnění látek nevhodných pro životní prostředí
 - 10) Speciální účelové
 - a) Přečerpávací, vyrovnávací, rozdělovací, recirkulační nádrže

Majorita soudobých nádrží kombinuje více účelů, a současně je jeden z účelů brán jako prioritní. V historii byly nádrže navrhovány s dominantní zásobní funkcí, zatímco v dnešních době je u nově budovaných nádrží kladen důraz na retenci vody v krajině. (Šálek, 1996)

2.4.2 Historie a současnost malých vodních nádrží

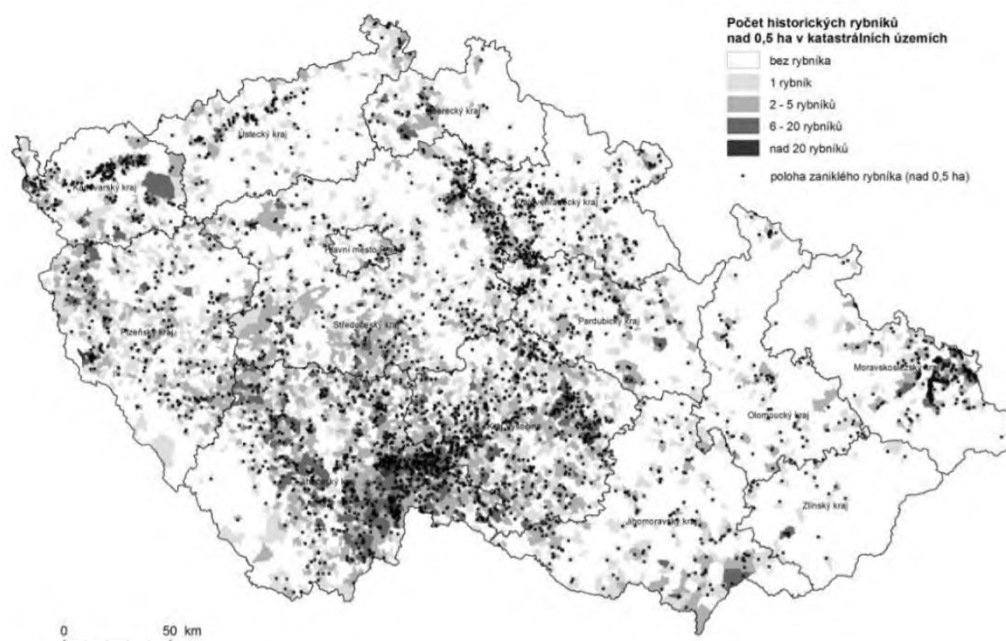
Voda jako jedna ze základních podmínek života významně ovlivňovala vývoj lidské společnosti. Celá historie lidstva je spojena s vodou respektive s jejím dostatkem či nedostatkem. (Šálek 1996)

Jako významný prvek ekologické stability se v minulosti objevovaly rybníky – dnes nazývané jako malé vodní nádrže. Počátky výstavby rybníků byly podporovány církví. Takto vybudované rybníky sloužili především jako rybochovné, ryby tvořili základní potravu tehdejších obyvatel. Velmi rychle se vytvořil zájem šlechty a měst o stavbu rybochovných rybníků. Tento zájem byl především podmíněn rostoucím obchodem. V polovině 14. století díky rozvinutí technologie stavby dochází k výstavbám již relativně vysokých hrází v širokých údolích toků. Důvodem k takovýmto stavbám rybníků byl rozmach a výnosnost rybího obchodu. Tento obchod zásoboval mimo domácí trh i trhy v sousedních zemích. Nové rybníky již nebyly pouze rybochovné, ale začaly sloužit i k jiným účelům jako například k provozu pil, mlýnů, hamrů, báňských zařízení nebo i k plavení dřeva. K výstavbě nových rybníků byly využívány především stávající močály a blata. Nově budované hráze se stávaly základem pro cestní síť. (Vrána, Beran, 1998)

První vlna budování rybníků skončila počátkem 15. století. V průběhu husitských válek bylo dokonce mnoho hrází strženo, rybník často sloužil ve válečné taktice. V 70. letech 15. století nastává znovu zájem šlechty o vzestup rybníkářství. (Synková, Zlatuška, 2003)

Velký zájem o rozvoj rybníkářství na počátku 16. století začal projevovat rod Vítkovců, později Rožmberků. Jednalo se o lokalitu jižních Čech přesněji Třeboňsko. Došlo k vývoji nové metodiky a technologie návrhu celé rybníční soustavy. Třeboňská rybníční soustava je pozoruhodná i v současné době mnoha fakty. Jedním z těchto faktů je ochrana třeboňské pánve (cca 700Km²) jako biosférické rezervace. Tato lokalita je chráněná navíc i pod záštitou UNESCO. Zde je třeba podotknout, že se jedná o ochranu území, která vznikla antropogenní činností a nemá přirozený charakter. Antropogenní činnost v této oblasti kompletně změnila estetický a krajinný ráz celé lokality. Tento velký zásah člověka do krajiny zcela evidentně zvýšil

kvalitu území. Vznik takovéto rybniční soustavy v dnešních dobách z hlediska nových poznatků a technologií je diskutabilní.



Obrázek 4 Počet historických rybníků nad 0,5 ha v katastrálních územích Zdroj: Pojsl 2017

Mimo třeboňské rybniční soustavy existovaly i jiné soustavy v menšího rozsahu. Jedná se například o Českobudějovickou, Blatenskou a další rybniční soustavy na Pardubicku nebo jižní Moravě. Počátky 17. století jsou označovány jako období největšího rozkvětu rybníkářství na území Čech a Moravy. V tomto období se mohlo v těchto lokalitách nacházet 75 000 rybníků. Tento prudký růst ovšem neměl dlouhého trvání. V průběhu dalších staletí probíhala stagnace a útlum rybníkářství. Třicetiletá válka byla pro mnohé rybníky zničující či na řadě rybníků byla zanedbána údržba a tím způsoben zánik. Další klíčovou událostí rozvoje rybníkářství byl zánik nevolnictví. Svobodní obyvatelé chtěli vlastnit svou půdu. Následkem tohoto chtíce docházelo k rušení rybníků a uvolnění pozemků pro zemědělské plodiny. Na počátku 19. století dochází k dalšímu snížení počtu rybníků a to z důvodu pěstování cukrové řepy. Vysušená dna zrušených rybníků byla velmi příznivá pro pěstování právě této plodiny. (Šálek 1996)

Slabý vzestup rybníkářství v druhé polovině 19. století byl podmíněn zodpovězením základních otázek rybníkářství a postavením celého oboru na vědecký základ. Ohledně přesného počtu rybníků a objemu naakumulované vody v těchto nádržích nemáme dnes žádné informace. Informace tohoto typu lze nalézt pouze ve Směrných vodohospodářských plánech ČSSR (SVP,

1976) kde jsou uvedeny hodnoty k roku 1970. V tomto roce se na území České republiky nacházelo 23 400 rybníků s objemem zadržené vody 486mil m³ a katastrální výměrou 518km². (Šálek 1996)

K porovnání údajů může posloužit Generel rybníků a nádrží České republiky z roku 1995. V tomto Generelu můžeme najít informace o 20 až 22 tisících nádrží o objemu zadržené vody přibližně 420mil m³ a katastrální výměrou okolo 500 km². (Synková, Zlatuška, 2003)

Z porovnání těchto údajů vyplývá pozastavení rozmachu rybníkářství v rozmezí těchto necelých 20 let (1976 – 1995).

Největší množství rybníků neboli malých vodních nádrží je dnes soustředěn do dvaceti-čtyř hlavních rybničních soustav. V těchto soustavách se nachází cca 2800 nádrží o rozloze 1-3 ha, cca 1800 nádrží o rozloze 3-5 ha a cca 1100 nádrží o rozloze nad 5 ha. Většina těchto nádrží se z hlediska technickobezpečnostního dohledu řadí do IV. kategorie a cca 150 nádrží řadíme do III. kategorie. (Vrána, Beran, 1998)

V dnešní době patří malé vodní nádrže dle zákona č. 114/ 1992 Sb. „O ochraně přírody a krajiny“. Utvářejí vzhled krajiny a přispívají k udržení její stability. Ohledně funkcí nově navrhovaných a budovaných nádrží můžeme vyzdvihnout funkce účelové, krajinotvorné a také tvoří významnou součást biocenter. (Šálek 1996)

2.4.3 Význam malých vodních nádrží v rámci zvýšení retenčního potenciálu krajiny
Z hlediska retenčního potenciálu krajiny mají největší význam nádrže, které mohou akumulovat vodu z povodí celoročně. Touto akumulací zpomalují či zadržují povodňové průtoky. Navíc takto naakumulovaná voda lze využít i v obdobích sucha například pro nadlepšování průtoků řek. Pro nadlepšování průtoků jsou nevhodné MNV s převažující rybochovnou funkcí. (Dzuráková a kol. 2017).

Výstavba suchých a polosuchých nádrží s malým stálým zadržením je jedna z vhodných variant obnovy MVN. Poldery neboli suché retenční nádrže se nacházejí mimo vodní tok či přímo na něm. Suchý retenční prostor je naplněn pouze při zvýšeném průtoku například po vydatných srážkách. Naplněný prostor dále zpomaluje povrchový odtok z krajiny a voda z polderu je následně vypouštěna dle potřeb. Suché nádrže lokalizované mimo vodní tok

nepředstavují migrační bariéru pro živočichy. V obdobích sucha se mohou retenční prostory využít pro pastvu dobytka. (Dzuráková a kol. 2017).

2.4.4 Obnova zaniklých malých vodních nádrží v současnosti

Operační program Životní prostředí s Ministerstvem životního prostředí a Evropské unie vyjadřuje podporu změny krajiny vedené k zvýšení retenčního potenciálu krajiny. Je vytvořen dotační program pro financování přeměny krajiny a intravilánu v pěti oblastech (viz přehled níže). Z pohledu obnovy či výstavby malých vodních nádrží jsou vhodné první dva body programu. Finanční podpora se vztahuje zejména k nádržím, které splňují jeden z těchto účelů – zvýšení retenční schopnosti krajiny, zlepšení kvality vody, podpora biodiverzity, podpora rekreačního zázemí obcí. Současně s těmito účely by nádrž měla být prvkem v krajinotvorných a vodohospodářských opatřeních. (OPŽP 2018)

Oblasti přeměny krajiny dle OPŽP

1. Zlepšování kvality vod a snižování rizika povodní
 - Snižování množství vypouštěného znečištění do povrchových i podzemních vod
 - Zajištění dodávky pitné vody v odpovídající jakosti a množství
 - Zajištění povodňové ochrany intravilánu
 - Podpoření preventivních protipovodňových opatření
2. Zlepšování kvality ovzduší v lidských sídlech
3. Odpady a materiálové toky, ekologické zátěže a rizika
4. Ochrana a péče o přírodu a krajinu
 - Zajištění příznivého stavu předmětu ochrany národně významných chráněných území
 - Posílení biodiverzity
 - Posílení přirozené funkce krajiny
 - Zlepšení kvality prostředí v sídlech
5. Energetické úspory

3. Materiály a metody

3.1 Analýza dostupných mapových podkladů a vrstev GIS

K vyhodnocení krajiny zájmového území je nutné použít mapové zdroje stejných měřítek, popřípadě velmi podobných. K analýze historických dat lze využít vojenské mapování. Na našem území došlo celkem ke třem vojenským mapováním. Vhodným zdrojem pro tuto práci se staly mapy z II. vojenského mapování v měřítku 1 : 28 800. Použití těchto mapových podkladů proběhlo ve formě WMS služby od ČÚZK. Využití I. a III. vojenského mapování není vhodné vzhledem k měřítku těchto mapových zdrojů. Druhým zdrojem dat jsou použity topografické mapy Topo S- 1952 v digitalizované formě k nahlédnutí na webovém portálu ČÚZK. Třetím mapovým podkladem je Základní mapa České republiky v měřítku 1:25 000 a WMS barevné ortofoto. V neposlední řadě bylo využito k analýze zájmové lokality vlastní ortofoto (2019).

3.1.1 II. Vojenské mapování

V pořadí druhé vojenské mapování neboli mapování Františkovo probíhalo v období 1836 až 1840 na území Moravy a Slezska. V Čechách toto mapování probíhalo později v letech 1842 až 1852. Mapové dílo vzniklo na příkaz císaře Františka II. Druhé vojenské mapování je výrazně přesnější než I. vojenské mapování. Tato přesnost je dána předcházející vojenskou triangulací, která posloužila jako geodetický základ celého díla. Podklad pro toto mapování tvořily mapy Stablního katastru v měřítku 1 : 28 800. Mapové dílo druhého vojenského mapování má sáhové měřítko 1: 28 800. (Brůna, Křováková 2005)



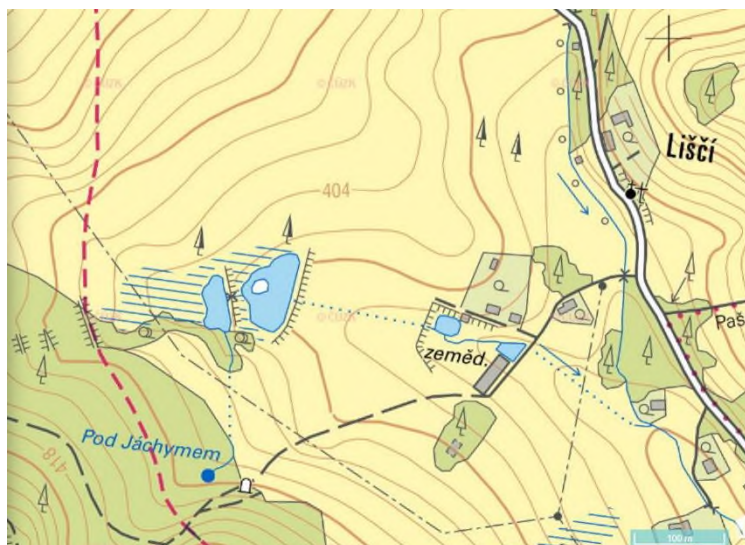
Obrázek 5 Výřez mapového listu 2. VM, zdroj: Mapová sbírka PŘF UK

3.1.2 Topografické mapy Topo S-1952

Mapové dílo Topo S-1952 se tvořilo mezi lety 1952 až 1957. Na mapování pomocí metody fotogrammetrie se podílely vojenské i civilní služby. Mapové dílo po svém dokončení nahradilo Speciální mapy. Vznik tohoto díla byl součástí snahy všech zemí Varšavské smlouvy vytvořit jednotné mapové dílo. Mapové dílo Topo S-1952 je barevné s obsahem vrstevnic v měřítku 1 : 25 000. Jedna z výhod tohoto díla je vysoká podobnost zakreslených jevů vzhledem k současným mapám. (Veverka 1995)

3.1.3 Základní mapa České republiky 1:25 000

Toto mapové dílo je základním státním mapovým dílem středního měřítka. Jedná se o zeměpisnou mapu topografického charakteru. Souvislý klad mapových listů (773) zobrazuje celé území České republiky. Označení a rozměry mapových listů jsou odvozeny ze Základní mapy České republiky 1 : 50 000. Od roku 2002 se toto mapové dílo vytváří digitální technologií ze Základní báze geografických dat České republiky (ZABAGED) a databáze geografických jmen České republiky Geonames.



Obrázek 6 Náhled Základní mapy České Republiky 1 : 25 000 Zdroj: ČÚZK 2019

3.2 Statistická analýza dostupných časových řad ČHMÚ

Na základě dostupných dlouhodobých dat, které poskytl k analýze ČHMÚ lze vytvořit přehledné grafy pro průměrné denní, měsíční a roční průtoky. Těchto dat lze dosáhnout pomocí nástrojů v programu MS Excel.

Při porovnání jednotlivých grafů můžeme určit krátkodobé, střednědobé i dlouhodobé trendy vývoje jednotlivých průtoků. Tyto trendy lze porovnat na jednotlivých měrných profilech

a porovnávat mezi sebou. Dlouhodobé trendy lze také porovnávat a analyzovat s vlastním krátkodobým monitoringem průtoků v zájmové oblasti.

Klouzavý průměr, který lze vytvořit na určitých typech grafů zjednoduší následnou analýzu trendů.

3.3 Digitální model reliéfu

Model povrchu Země bez objektů jako jsou stavby vegetace v digitální podobě nazýváme Digitální model reliéfu. Jedná se o zjednodušený model složitého reálného povrchu Země. Tento model zobrazujeme ve specifikované podrobnosti a přesnosti. (Naser, Valeo, Habib, 2005)

Vyhotovení a použití Digitálního modelu reliéfu (DMR) zahrnuje dle Naser, Valea a Habiba (2005) tyto činnosti – tvorbu, manipulaci, interpretaci, vizualizaci a aplikaci.

- Tvorba DMR – získání výškových dat pomocí jedné z metod například pozemní měření, vektorizace vrstevnic, letecké snímkování atd. Z takto získaných dat následuje tvorba výškového modelu
- Manipulace – následným krokem je úprava získaného DMR. Odstranění chyb, vyhlazování, filtrování a konverze mezi datovými typy (např. TIN vs. Rastr)
- Interpretace DMR – Analýza získaného modelu za účelem zisku informací. Tyto informace lze využít při dalším zpracování v GIS modelování či k dalším úlohám modelování terénu.
- Vizualizace – Vizuální zpracování dat, tak aby došlo k jejich porozumění a možnému vzniku hodnocení.
- Aplikace – DMR má dnes velmi široké využití a lze jeho pomocí pracovat v mnoha oborech. Například lze DMR aplikovat ve vědních oborech o zemi, stavebnictví, DPZ, vojenských oborech, plánování a management zdrojů atd.

3.3.1 Totální geodetická stanice

Získ prostorových dat přímo v terénu lze i pomocí totální geodetické stanice. Měření pomocí totální geodetické stanice je jednou z nejpřesnějších metod. Nevýhodou je pouze dlouhá doba trvání měření.

Totální geodetická stanice je přístroj, s jehož pomocí lze získat údaje o vodorovných směrech, zenitových úhlech a délkách. Jedná se o elektronický teodolit, který je vybaven dálkoměrem. Totální stanice je propojená s GPS, aby bylo docíleno co největší přesnosti polohy přístroje v analyzované oblasti. (Vitásek a Nevosád 1999)

Data získané z totální geodetické stanice lze zpracovat pro generování velice přesných digitálních modelů reliéfu. V rámci využití tohoto přístroje pro monitoring zaniklých vodních nádrží lze jeho pomocí vypočítat retenční kapacitu nádrží. (Langhammer a kol. (2018

3.3.2 Dálkové měření LiDAR

LiDAR vychází z anglických slov „Light Detection and Rangigng“. Tato metoda mapováním nám umožňuje získat podrobná data zemského povrchu. Princip tohoto měření je v podstatě jednoduchý. Emitor vysílá paprsek daným směrem k povrchu Země. Tento paprsek se po kontaktu s povrchem odrazí a vrací se zpět s intenzitou, která charakterizuje určitý typ povrchu. Detektor, na který se odražený paprskem vrátí vyhodnotí a spočítá čas. Tímto určí polohu bodu, od kterého se paprsek na povrchu odrazil. Navigační systém GPS určuje aktuální polohu emitoru. Výsledkem tohoto procesu je soubor 3D souřadnic, které můžeme dále zpracovávat například jako DMR. (Dolanský 2004)

Emitorem je pulsní nebo fázový laser. Tento Laser emituje svazek laserových paprsků. Ve většině případů jde o paprsky v oblasti infračerveného spektra. Díky šířce emitovaného paprsku se tento paprsek na povrchu země odráží od jednotlivých vrstev objektů. Této vlastnosti paprsku lze využít především ve vzrostlé vegetaci a na hranách výškových objektů. Lze tedy získat odraz, například při mapování lesního porostu, od svrchní části koruny, ale zároveň také od jednotlivých pater (např bylinné, keřové,). Laserový paprsek nemá v zalesněných plochách problém získat odraz i od samotného terénu. Dnešní systémy jsou schopny registrovat až pět odrazů. Ze všech odrazů je nejdůležitějším první a poslední odraz. První odraz získává informaci o vegetačním pokryvu, zatímco poslední od fyzického terénu nebo budov. (Pacina, Brejcha, 2014)

3.3.3 UAV fotogrammetrie

Terminologický slovník zeměměřičství a katastru nemovitostí definuje fotogrametrii jako „vědní a technický obor o získávání spolehlivých informací o fyzických objektech a prostředí zaznamenáváním, měřením a interpretací snímků. (<http://vugtk.cz>).

Bezpilotní létající prostředek neboli „Unmanned Aircraft Vehicle“ (UAV) je označován létající objekt, který není pilotován pilotem na palubě. Bezpilotní letouny byly nejdříve využívány pro vojenské účely. Vhodné byly především pro mapování nepřátelského či nepropustného terénu. Od vojenského využití se následně tyto letouny dostaly až k vědeckým účelům. Přesnost získaných dat lze využít v široké škále fyzicko-geografických disciplín. Jedná se o získávání dat s poměrně nízkými náklady a jednoduchému využití v jakémkoli terénu. (Akturk, Altunel 2018), (Langhammer a kol. 2018).

V dnešní době se technologie UAV velmi rozšířila. O její rozšíření se zadostiučinily relativně nízké náklady a velmi kvalitní fotografické a kamerové systémy. UAV využívá k navigaci letounů Globální družicový polohový systém (GNSS). Tento družicový systém lze využít i ke georeferencování výstupních dat. (Nex, Remondino 2014)

Majorita UAV platforem je tvořena třemi základními moduly – letecký, pozemní řídící a modul pro zpracování dat. Bezpilotní letoun nebo také „dron“ tvoří letecký modul. Dron je nosičem nezbytného vybavení. Tímto vybavením se rozumí řídící elektronika, videokamera, spektrální kamera nebo lidar. Dron lze řídit pomocí řídící jednotky, která je připojena k signálu GPS. Díky tomuto propojení dronu a GPS lze dosáhnout přesnosti dvou metrů. (Sládek, Rusnák 2013)

Bezpilotní letoun lze ovládat třemi způsoby. Prvním je manuální ovládání letu. Pilot ovládá letoun a veškeré připojené zařízení přímo ze země pomocí ovladače stanovený pro daný typ dronu. Druhým typem ovládání letounu je zcela automatické. Při tomto typu ovládání si operátor vytvoří letový plán předem. Tento plán obsahuje místo vzletu, přistání, dráhu letu a nastavení všech komponent, které dron může nést. Letoun následně vykoná letový plán zcela sám. Plánování letu lze naprogramovat v softwarech, které jsou určené pro mobilní tak i desktopové zařízení. Třetím způsobem ovládání je poloautomatické, které kombinuje výše zmíněné principy. (Everaerts 2008).

3.4 Zpracování získaných dat v prostředí GIS

Za pozadím GIS se nachází věda, která se nazývá GIScience. Tato věda stanovuje základní otázky s použitím GIS. GIScience si klade otázky ohledně reprezentace, vizualizace a analytických nástrojů (Šmída, 2017).

Výsledkem práce v prostředí GIS jsou tematické mapy. Tyto mapy popisují jednotlivé kapitoly bakalářské práce a zároveň umožňují porovnat teoretickou část této práce s praktickou částí. Při tvorbě těchto výstupů je nutné brát v úvahu nejistotu původních dat. Nejistota neboli nedokonalá reprezentace reality ve výstupu se může vyskytnout z více příčin. Je nutné tedy vybírat kvalitní původní data, u kterých je tato nejistota méně pravděpodobná. Pro kontrolu nejistoty byla provedena terénní rekognoskace.

3.5 Monitoring aktuálních průtoků a fyzikálně-chemických parametrů povrchových vod

Za účelem zhodnocení aktuální hydrologické bilance v zájmové lokalitě soustavy rybníků v lokalitě Liščí byly ve dvou časových termínech (12.6.2019 a 27.6.2019) měřeny průtoky pomocí hydrometrické vrtule od firmy OTT. Bodové měření kvality povrchových vod jakožto doplňkových parametrů byly měřeny pomocí multiparametrické sondy YSI řady 6-Series. Oba přístroje byly zapůjčeny Katedrou fyzické geografie a geoekologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze.

3.6 Nejistoty měření a analytického zpracování

Pro analýzu zájmového území byly použity mapové zdroje, viz kapitoly (3.1.1, 3.1.2 a 3.1.3), které jsou od sebe odlišné především měřítkem. I přes výběr podobných měřítek může dojít k jejímu zkreslení. U map z 2. vojenského mapování může dojít k mírnému zvětšení, které by mohlo být způsobeno individuálním přístupem mnoha autorů tohoto mapového díla.

Zaniklé vodní nádrže v zájmové lokalitě Liščí mají na různých mapách rozdílné vodní plochy a tvary celé nádrže. Také je zde na Základní mapě České republiky naznačený přítok, který ovšem při terénní rekognoskaci nebyl nalezen.

Batymetrická mapa vznikla pomocí vlastního měření, kdy při měření hloubky dna vodních nádrží, mohlo dojít k nejistotě přesnosti polohy měření a GPS souřadnic. Měření probíhalo bodově a k dokončení mapy byla využita interpolace při které také mohlo dojít k ovlivnění výstupních dat.

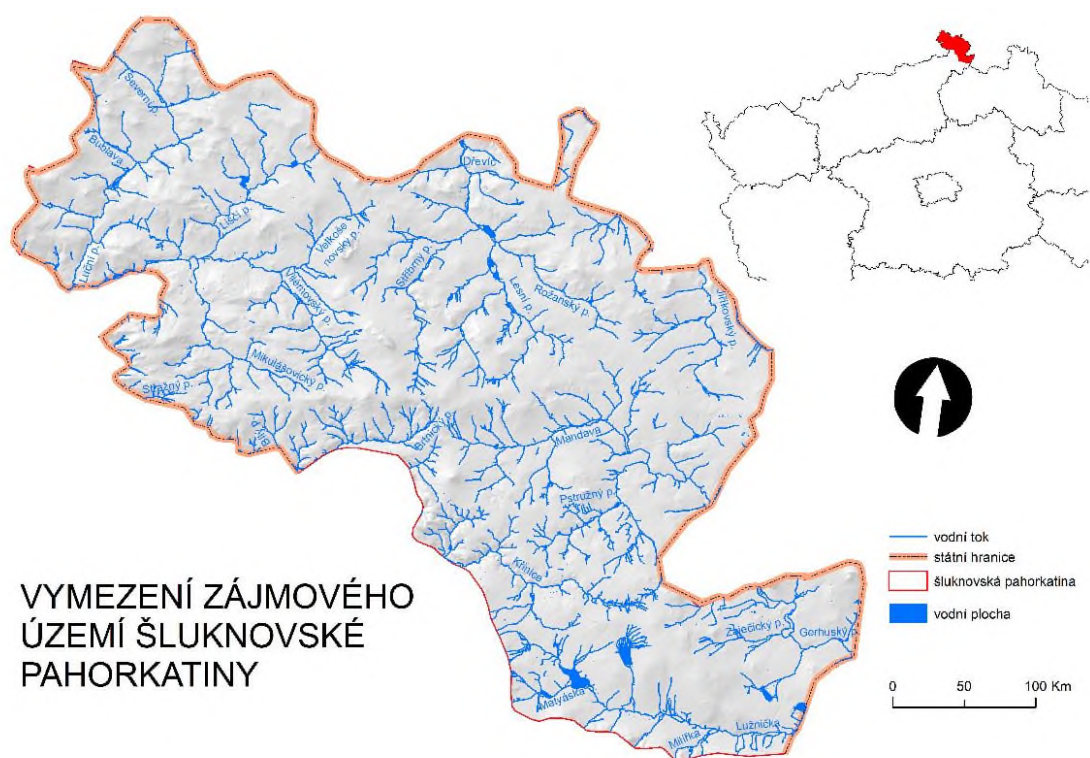
4. Případová studie

4.1 Fyzicko-geografická charakteristika zájmového území

V následujících kapitolách je podrobně představena fyzicko-geografická charakteristika analyzovaného území. Tato část práce následně přechází k charakteristice již konkrétních zaniklých malých vodních nádrží v lokalitě Liščí.

4.1.1 Vymezení zájmové lokality

Zájmová lokalita se nachází na nejsevernější části České republiky. Konkrétně ve Šluknovském výběžku. Lokalita je vymezena geomorfologickým celkem Šluknovské pahorkatiny. Tato pahorkatina se nachází v severní části okresu Děčín v severovýchodní části Ústeckého kraje. Celková rozloha zájmového území je 275 km² s nejvyšším vrcholem Hrazený v nadmořské výšce 608 metrů.



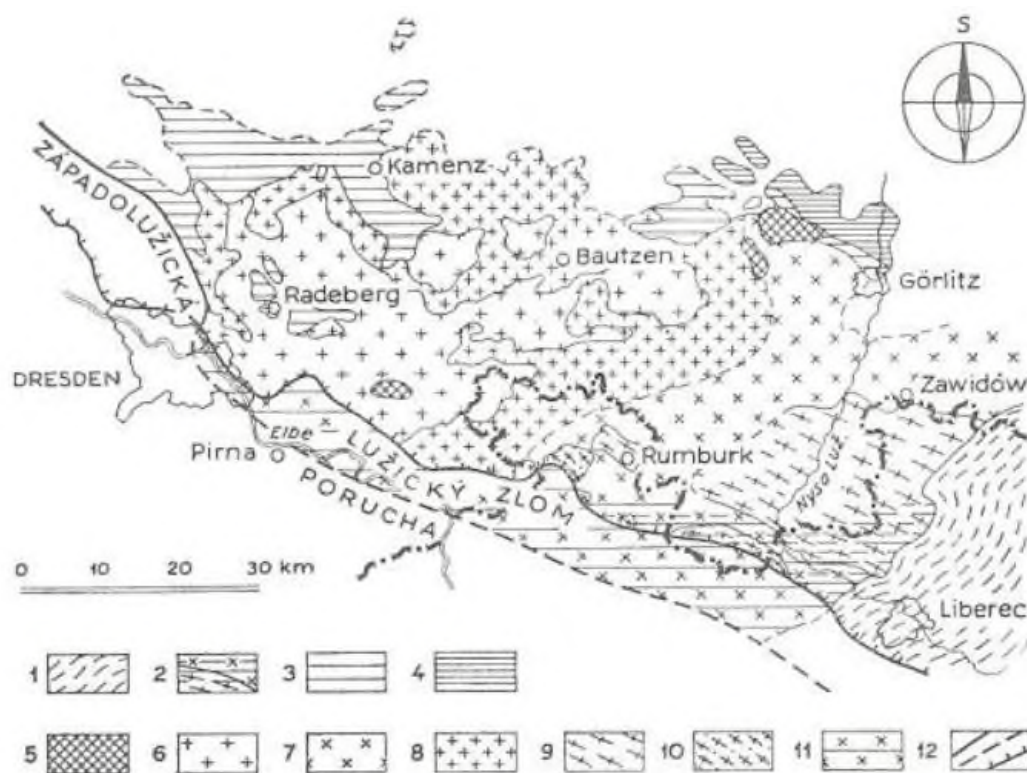
KOČIB 2019

Obrázek 7 Vymezení zájmového území Šluknovské pahorkatiny. Zdroj: vrstvy ArcČR500 a VÚV TGM (DIBAVOD), vlastní zpracování v ArcMap 10.4

4.1.2 Geologické poměry

Celá studovaná oblast se řadí do jedné z nejstarších vyvřelých hlubinných těles v celé střední Evropě. Šluknovskou pahorkatinu kategorizujeme do severní části Českého masivu a jednotky lugikum. Dle regionálního geologického dělení krystalinicky a varisky zvrásněných jednotek Českého masivu patří Šluknovský výběžek do oblasti lužického plutonu. (Chlupáč et al. 2011).

Lužický pluton zasahuje do České republiky pouze svou malou částí. Vyplňuje oblast Šluknovského a Frýdlantského výběžku. Dále pak pokračuje jižně od lužického zlomu pod křídovými sedimenty až k oblasti České Kamenice. Obecně jde o rozsáhlý granitoidní komplex. (Mísař a kol. 1983)



Obrázek 8 Schematická mapa lužického plutonu (podle Mísaře et al. 1983). Zdroj: Mísař 1983

Vysvětlivky: 1 – krkonošsko-jizerské krystalinikum; 2 – zbřidličnatělý východolužický a rumburský granit; 3 – lužické břidličné pohoří - proterozoikum; 4 – lužické břidličné pohoří – paleozoikum; 5 – hercynské granitové pně; 6 – dvojslídny lužický granodiorit; 7 – východolužický granodiorit; 8 – západolužický granodiorit; 9 – rumburská žula; 10 – brtnická žula; 11 – lužický pluton bez rozlišení.

V Lužickém plutonu nalezneme tyto horninové typy:

- a. lužický granodiorit
 - i. západolužický granodiorit - demický
 - ii. východolužický granodiorit - zawidovský
- b. lužický dvojslídny granodiorit
- c. rumburská žula
- d. václavický granodiorit
- e. brtnická žula
- f. žilný doprovod

Granodiority jsou horniny podobné vzhledem granitům, ale řadíme je mezi granitoidy. Zbarvení této horniny je zapříčiněno přítomností živců a množstvím tmavých minerálů. Nejčastěji se vyskytují v šedém až tmavě šedém odstínu. Můžeme ovšem nalézt i narůžovělé granodiority. Zrnitost horniny se udává od drobnozrnné až po hrubozrnnou. Textura je nejčastěji všesměrně zrnitá a masivní. (Petránek a kol. 2016)

Žula nebo také granit je všeobecně známá hlubinná magmatická horniny. Charakterizuje jí kyselost. Z větší části je granit tvořený křemenem (20 - 40%), živce a dalších tmavých minerálů. Z živců se jedná konkrétně o alkalické živce (ortoklas, mikrolin). Struktura žuly je středně zrnitá až hrubozrnitá. Může být také ale porfycká nebo drobnozrnná. Vyznačuje se kvádrovitou odlučností a masivní texturou. (Petránek a kol. 2016)

4.1.3 Geomorfologické poměry

Šluknovskou pahorkatinu zařazujeme do Hercynského systému. Nadřazenou provincií je Česká vysočina. Celá oblast zájmového území se nachází na Krokonošsko-jesenické subprovincii. (Balatka, Kalvoda 2006)

4.1.3.1 Geomorfologické zařazení oblasti v rámci ČR

PROVINCIE

SUBPROVINCIE

Oblast

CELEK

Podcelek

Okrsek

ČESKÁ VYSOČINA

Krkonošsko-jesenická

Krkonošská oblast

ŠLUKNOVSKÁ PAHORKATINA

Šenovská pahorkatina

Hrazenská pahorkatina

Mikulášovická pahorkatina

Rumburská pahorkatina

Jiřikovská pahorkatina

Krásnolipská pahorkatina

Varnsdorfská pahorkatina

4.1.3.2 *Krkonošsko-jesenická soustava*

Jedná se o nejprotáhlejší geomorfologickou soustavu České republiky. Tato soustava se rozkládá od západní okraje Šluknovského výběžku až po 300km vzdálenou Ostravu. Celková rozloha této soustavy je 11 418 km² (14,5 % plochy ČR.). Území této soustavy se dále dělí na čtyři geomorfologické podsoustavy. Konkrétně se jedná o Orlickou podsoustavu, Jesenickou podsoustavu, Krkonošsko-jesenické podhůří a pro zájmovou lokalitu nejdůležitější Krkonošská podsoustava. (Bína, Demek 2012)

4.1.3.3 *Šluknovská pahorkatina*

Šluknovská pahorkatina se rozkládá v Krkonošské oblasti na nejsevernější části České republiky. Celková rozloha této pahorkatiny je 275 km². Jedná se o mírně zvlněný povrch nacházející se na zbytcích holorovin. Tento povrch doplňují magmatické suky. V době pleistocénu (čtvrtohory) do této oblasti zasáhl pevninský ledoec. Usazeniny tohoto ledovce se zachovaly v polohách, které nezasáhla intenzivnější fluvialní eroze. Většina usazenin byla ovšem přemístěna a dnes tvoří glacifluviální štěrky a písky. (Bína, Demek 2012)

Šenovská pahorkatina se nachází na severozápadní části Šluknovské pahorkatiny. Nejvyšší část tvoří hřbet se třemi čedičovými příkrovy. Nejvyšším vrcholem je Hrazený s výškou 608 metrů nad mořem. Výšky okolo 400 m n. m. jsou v této oblasti charakteristické pro plochá rozvodí vodních toků. V tomto okrsku se také nachází nejsevernější místo České republiky. Souřadnice tohoto bodu na úbočí Bukovské hory jsou N51° 03' 21", E14° 18' 55". (Bína, Demek 2012)

Druhým podcelkem nacházejícím se v zájmové lokalitě je *Rumburská pahorkatina*. Nejvyšším bodem je tefritový neovulkanický suk Vlčí hora s nadmořskou výškou 580 metrů. Na úbočí tohoto suku pramení řeka Mandava, která spojuje přes výběžek Spolkové republiky Německo dvě největší města podcelku. Konkrétně jde o města Rumburk a Varnsdorf. V těchto městech se nachází i hlásné profily Českého hydrometeorologického ústavu. (Bína, Demek 2012)

4.1.4 Půdní a biogeografické poměry

4.1.4.1 Půdní pokryv

Půdní pokryv celé ČR je charakteristický svou vysokou pestrostí. Pestrost půd na tak malém území jako je Česká republika je při konfrontaci s ostatními státy světa jedinečná. Pestrost půd převládá i v zájmové lokalitě Šluknovské pahorkatiny. Půdotvorné faktory mají zásluhu na takto pestrém zastoupení. Mezi půdotvorné faktory zařazujeme například klima, reliéf, horninové podloží (mateční substrát), působení organismů, vliv času a člověka atp. (Hauptman a kol. 2009)

V zájmové lokalitě Šluknovské pahorkatiny jsou nejvíce zastoupeny *kambizemě*, které můžeme najít v celé oblasti. Pouze na západě na území Národního parku České Švýcarsko převažují půdy podzolové. V blízkém okolí města Rumburk, tedy ve východní oblasti území, převládají pseudogelje. Podél většiny vodních toků můžeme nalézt *glejové* půdy. V údolních nivách řek a vodních nádrží je zaznamenán výskyt *luvizemě*. Přítomnost *rankeru* lze dokázat v okolí neovulkanických suků.

Charakteristika jednotlivých půd nacházejících se v zájmové lokalitě:

Kambizemě jsou nejvíce zastoupeným půdním typem ve Šluknovské pahorkatině, ale zároveň také v celé České republice. Výskyt tohoto typu půd je převážně ve svažitých podmínkách. Nejvíce zastoupené v pahorkatinách, vrchovinách a hornatinách. V menší míře je můžeme nalézt také v rovinatém reliéfu jako sypké substráty. Vnitropůdní zvětrávání je hlavních půdotvorným procesem kambizemí. Matečný substrát je tvořen zcela všemi horninami skalního podkladu (žuly, svory, ruly, čediče, pískovce atd.). Kambizemě v různých podtypech můžeme nalézt v mírně teplém klimatu s ročním úhrnem srážek v rozmezí 500 až 900 mm. Ve Šluknovské pahorkatině lze nalézt tyto podtypy kambizemí: mesobazická, dystrická a oglejená.

Podzoly lze nalézt ve vlhkém (roční úhrn srážek nad 800 mm) a chladném klimatu, také převládají především ve vyšších polohách. Nížinné podzoly však můžeme nalézt i v nižších polohách. Tyto podzoly nížin se nacházejí především na extrémně chudých písčitých substrátech. Zvětraliny minerálně slabších hornin (např. pískovce, ruly, žuly, svory) bývají většinou mateční horninou podzolů. Půdotvorným procesem podzolů je pedzoliuace. Půdy můžeme najít především ve vazbě na jehličnaté lesy, především pak smrkové porosty. V zájmové oblasti se podzol nachází na západě Šluknovské pahorkatiny v místech, kde se nachází NP České Švýcarsko.

Pseudogleje se v České republice vyskytují především v oblastech třetihorních pánví (Třeboňsko, Budějovicko, Chebsko). Vznikají v lokalitách, kde dochází k periodicky opakujícímu převlhčování a vysušování půdy. Tato místa se nacházejí zejména v místech terénních depresí a zaplavovaných území řek. Půdotvorným procesem je oglejení. Písčitohlinité křídové a terciární sedimenty se sníženou propustností tvoří většinou matečný substrát. V oblasti se vyskytují pseudogleje ve východních oblastech v okolí města Rumburk a řeky Mandavy.

Glejová půda se vyznačuje vysokým zamokřením celého půdního profilu. Toto zamokření je nejméně 80 centimetrů pod povrchem a je způsobeno podzemní vodou. Velké množství vody v těchto půdách způsobuje zpomalení oxidačních procesů. Toto hromadění následně způsobuje akumulaci organických látek a nadložního humusu. Může docházet také k rašelinění. Hlavním půdotvorným procesem je glejový proces. Výskyt těchto půd se nachází na půdách jílovitých, hlinitých či písčitých. Nejčastěji pak v terénních depresích, rovinách a v blízkosti vodních toků nebo rybníků.

Luvizemě neboli ilimerizované půdy se nacházejí obzvláště v pahorkatinách a vrchovinách, obecně ve středních výškových polohách. Roční úhrn srážek v těchto lokalitách dosahuje hodnot mezi 550 a 900 mm. Půdotvorným procesem luvizemí je ilimerizace, kterou často můžeme potkat společně s oglejením. Matečný substrát tvoří sprašové hlíny, středně těžké glaciální sedimenty nebo smíšené sedimenty.

Ranker lze nalézt na příkrých svazích například v okolí neovulkanických suků. Jejich rozšíření je především ve vrchovinách a pahorkatinách. Tyto půdy vznikají ze skeletovitých rozpadů hornin takzvanou humifikací.

4.1.4.2 Biogeografická charakteristika

Bioregion nebo také biogeografický region je jednotkou biogeografického členění krajiny na regionální úrovni. V lokalitě jednoho bioregionu se nachází jednotná vegetační stupňovitost. Biocenóza biogeografických regionů je ovlivněna polohou, která udává charakteristické rysy a zvláštnosti fauny i flóry. (Culek a kol. 2013)

Culek v roce 1996 vymezil 91 bioregionů České republiky. Do analyzovaného území zasahují celkem tři bioregiony. Největší plochu zaujímá Šluknovský bioregion (248 km²). Na východě se rozkládá Žitavský bioregion. Jižní okraj Šluknovské pahorkatiny lemuje Lužickohorský bioregion.

Šluknovský bioregion je charakteristický vyzdviženou žulovou pahorkatinou. Nalezneme zde směsici bioty 4. a 5. vegetačního stupně. Tato biota má převážně hercynský charakter s vlivem oceánického podnebí a nízkou biodiverzitou. Zajímavé je také zastoupení 149 subatlantských druhů (např. ladní pobaltský - *Gentiana campestris* subsp. *baltica*). Květinaté bučiny se vyskytují v okolí neovulkanitů a tvoří přechod k Lužickohorskému bioregionu. Dnes v tomto bioregionu dominuje orná půda (23%), lesy tvoří kulturní smrčiny (40%). Bučiny nalezneme pouze v okolí neovulkanických suků. Nacházejí se zde i mezofilní až vlhké louky. (Culek a kol. 2013)

Žitavský bioregion se rozkládá velkou částí mimo území České republiky (SRN a Polsko). Celková rozloha bioregionu se rozkládá na ploše 439 km². Celý Žitavský bioregion se rozkládá na ploché vrchovině, která se nachází na žulách a ledovcových sedimentech s pronikem neovulkanitů. Dominantní je zde biota 4. bukového vegetačního stupně. Biodiverzita je zde relativně nízká z důvodu nevýrazného reliéfu a oceánského podnebí. Daří se zde subatlantským druhům (např. ovsíček obecný - *Aira caryophylla*). Na území České republiky má vliv Severoněmecká nížina. Naopak netypickou oblast tvoří uzavřená chladná Liberecká kotlina s vyššími vrcholy, které tvoří přechod směrem k Jizerským horám. Orná půda (23%) převažuje a je doplněná o kulturní bory a smrčiny (43%). (Culek a kol. 2013)

Lužickohorský bioregion zasahuje do zájmové oblasti pouze malou plochou v jižní části území. Na celém území České republiky zaujímá plochu 213 km². Tento bioregion téměř kopíruje Lužické hory jako geomorfologický celek. Hornatiny na křídových sedimentech tvoří charakter Lužickohorského bioregionu. Převládá zde hercynská biota 4. bukového a ve vyšších polohách i 5. jedlovo-bukového vegetačního stupně. Průměrná biodiverzita je charakterizována kyselými

křídovými pískovci. Lesy dominují v celém bioregionu (77%). Kulturní smrčiny jsou na některých místech těžce poškozené imisemi. (Culek a kol. 2013)

4.1.5 Historické a stávající využití zájmového území

Dějiny zájmového území jsou oproti historii vnitrozemí mladší. V prvním tisíciletím bylo téměř celé území pokryto hvozdy. První velmi řídké osídlení bylo nejspíše slovanské. Počátky osídlení datujeme do velké pohraniční kolonizace za vlády panovníků z rodu Přemyslovců. Osady včele s Rumburkem a Šluknovem začali bohatnou na výhodné poloze u zemské cesty Praha-Žitava-Varndsdorf-Rumburk-Šluknov a dále podél řeky Labe do Hamburku. (Melichar a kol. 2008)

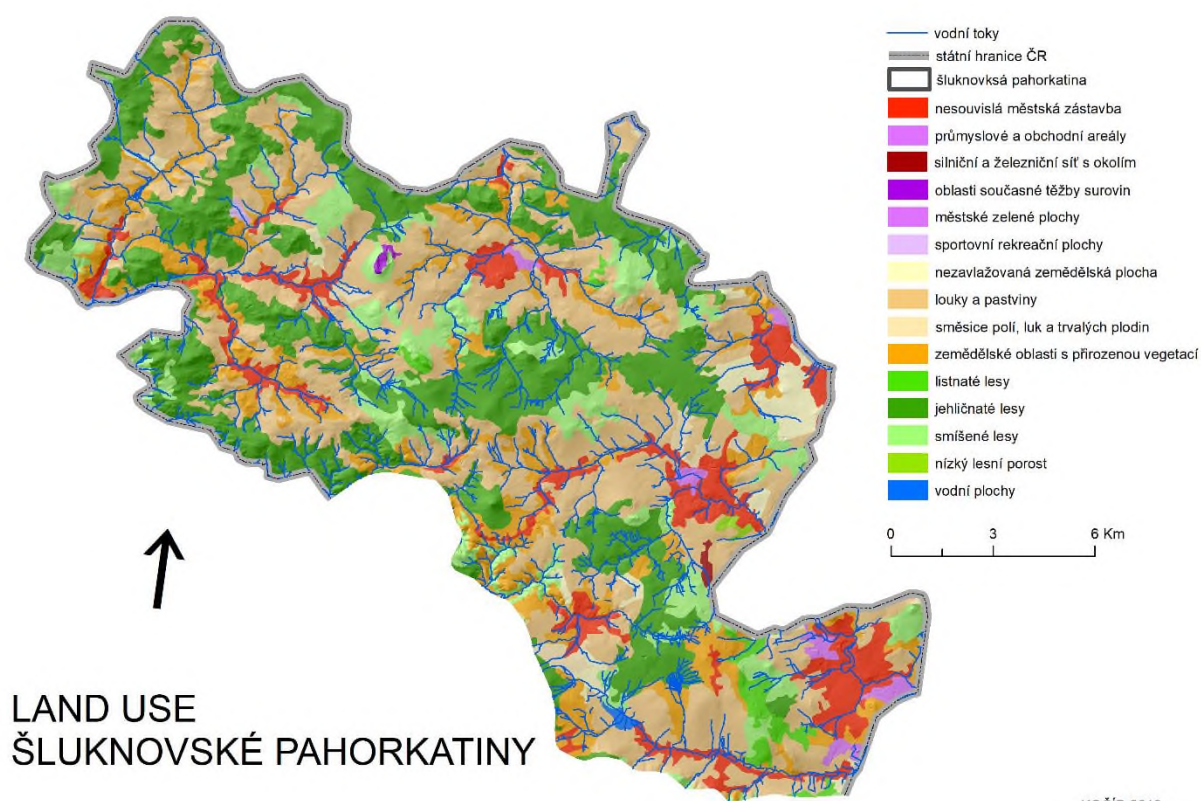
16. století přineslo do oblasti Rumburska bohatství v podobě těžby stříbra na svazích Křížové hory. Město Jiřetín bylo založeno v roce 1548 jako hornické město pro těžbu stříbra. Důl na stříbro přitahoval velkou pozornost a i z tohoto důvodu v první polovině 17. století bylo Rumbursko opakovaně vydrancováno armádami z odlišných stran. (Melichar a kol. 2008)

Počátky 18. století jsou ve znamení vzniku plátenických manufaktur. První zmínky o pěstování lnu v oblasti Šluknovského výběžku sahají do 13. a 14. století. První plátenickou manufakturou byla roku 1708 manufaktura v Lipové. Následovali manufaktury v Krásně Lípě, Varnsdorfu, Rumburku a dalších městech. Rumburská véba byla známa i v zahraničí. Na konci 18. století nahrazuje plátenictví zpracování bavlny. Středisko bavlnářství se nacházelo ve městě Varndsdorf. (Melichar a kol. 2008)

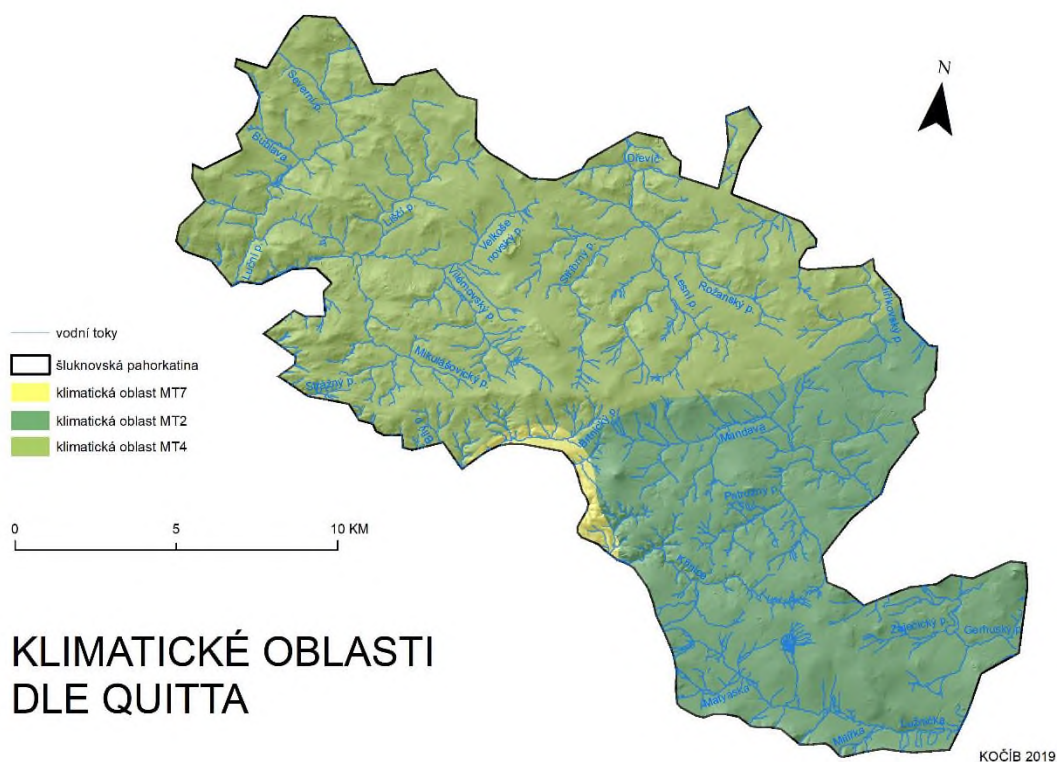
Do třicátých let 19. století zařazujeme první továrny. Výstavbu textilních továren v první polovině 30. let následovali továrny strojírenské v druhé polovině 30. let. Celý Šluknovský výběžek pokračoval v silné industrializaci, která stále více vyžadovala připojení na železniční síť. Do Rumburku přijel první vlak roku 1869. Největší rozvoj datujeme na přelom 19. a 20. století. V této době docházelo k přestavbě sídel. Dvacáté století velmi negativně ovlivňuje hospodářská krize ve třicátých letech. Druhou krizi oblasti vyvolal odsun německého obyvatelstva a migrace nových obyvatel z vnitrozemí. Stabilitu Šluknovský výběžek vykazuje až v 70. letech 20. století. (Melichar a kol. 2008)

V současnosti je ve Šluknovském výběžku největším sídlem Varnsdorf (15 788 ob.). Převažuje strojírenství a textilní výroba. Významné podniky v oblasti jsou TOS Varnsdorf a.s., Velveta Varnsdorf a.s., KWL, Vitana a.s. atd.. Rumburk je druhým největším městem oblasti s 11 250 obyvateli. Sídli zde významná firma na výrobu kachlových kamen a krbů ABX. Zajímavostí je výroba kapesních nožů zvaných „rybička“ ve městě Mikulášovice.

Využití zájmového území můžeme pozorovat na mapě land use.



Obrázek 10 Land use Šluknovské pahorkatiny zdroj: CORINE Land Cover: <https://land.copernicus.eu>, ARCČR 500, vlastní zpracování v ArcMap 10.4.



Obrázek 9 Klimatické oblasti dle Quitta. Zdroj: Kolektiv autorů (2007), ArcČR500 a webový portál: <https://gis.nature.cz>, vlastní zpracování v ArcMap 10.4

4.1.6 Klimatické podmínky

Evžen Quitt v 70.tých letech vytvořil dílo s názvem Klimatické oblasti Československa. Tato klasifikace klimatických oblastí je dodnes jedna z nejužívanějších v České republice.

Do zájmové lokality Šluknovské pahorkatiny zasahují celkem tři klimatické oblasti. Nejsevernější část a zároveň největší klimatickou oblastí je mírně teplá oblast MT4. Jihovýchodní část pahorkatiny leží v mírně teplé oblasti MT2. Mírně teplá oblast MT7 zasahuje v jihozápadní části do analyzované lokality.

Všechny tři oblasti, které jsou na území, spojuje počet letních dnů. V oblastech MT2 a MT4 je 20-30 letních dnů respektive 30 - 40dnů v oblasti MT7. Průměrná lednová teplota se pohybuje od -3 °C do -2°C (MT4, MT7) a -4°C do -3 °C (MT2). Z hlediska srážek se pohybuje průměrný roční úhrn okolo 700 mm. Srážky lokálně ovlivňují další faktory jako jsou například reliéf, charakter ploch, expozice svahů, nadmořská výška atd. (Kol. autorů 2007)

Klimatické oblasti									
Klimatické charakteristiky	CH7	MT2	MT3	MT4	MT7	MT9	MT10	MT11	T2
Počet letních dnů	10-30	20-30	20-30	20-30	30-40	40-50	40-50	40-50	50-60
Počet dnů s průměrnou teplotou 10 °C a více	120-140	140-160	120-140	140-160	140-160	140-160	140-160	140-160	160-170
Počet mrazových dnů	140-160	110-130	130-160	110-130	110-160	110-160	110-160	110-130	100-110
Počet ledových dnů	60-70	40-50	40-50	40-50	40-50	30-40	30-40	30-40	30-40
Průměrná teplota v lednu	-3 až -4	-3 až -4	-3 až -4	-2 až -3	-2 až -3	-3 až -4	-2 až -3	-2 až -3	-2 až -3
Průměrná teplota v červenci	15-16	16-17	16-17	16-17	16-17	17-18	17-18	17-18	18-19
Průměrná teplota v dubnu	4-6	6-7	6-7	6-7	6-7	6-7	7-8	7-8	8-9
Průměrná teplota v říjnu	6-7	6-7	6-7	6-7	7-8	7-8	7-8	7-8	7-9
Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více	120-130	120-130	110-120	110-120	100-120	100-120	100-120	90-100	90-100
Srážkový úhrn ve vegetačním období	500-600	450-500	350-450	350-450	400-450	400-450	400-450	350-400	350-400
Srážkový úhrn v zimním období	350-400	250-300	250-300	250-300	250-300	250-300	200-250	200-250	200-300
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	100-120	80-100	60-100	60-80	60-80	60-80	50-60	50-60	40-50
Počet zamračených dnů	150-160	150-160	120-150	150-160	120-150	120-150	120-150	120-150	120-140
Počet dnů jasných	40-50	40-50	40-50	50-60	40-50	40-50	40-50	40-50	40-50

Tabulka 1 Charakteristika klimatických regionů v ČR, (Mašát et al., 2002)

4.1.7 Hydrologické poměry

Šluknovská pahorkatina patří do povodí Labe, Nisy a Sprévy. Územím probíhá hranice rozvodí Severního a Baltského moře. Tuto hranici úmoří tvoří hřeben Lužických hor (Lužický hřbet). Lužické hory jsou vymezeny pramennou oblastí a patří do chráněné oblasti přirozené akumulace vod. I přes toto zařazení se v zájmové lokalitě nenachází žádný velký vodní tok. Na většině toků v oblasti, které prochází zastavěné území, jsou záplavová území. Toto území je vyhlášeno na těchto tocích: Luční potok, Vilémovský potok, Mikulášovický potok, Liščí potok, Velkošenovský potok, Rožanský potok, Jiříkovský potok, Mandava a Křinice

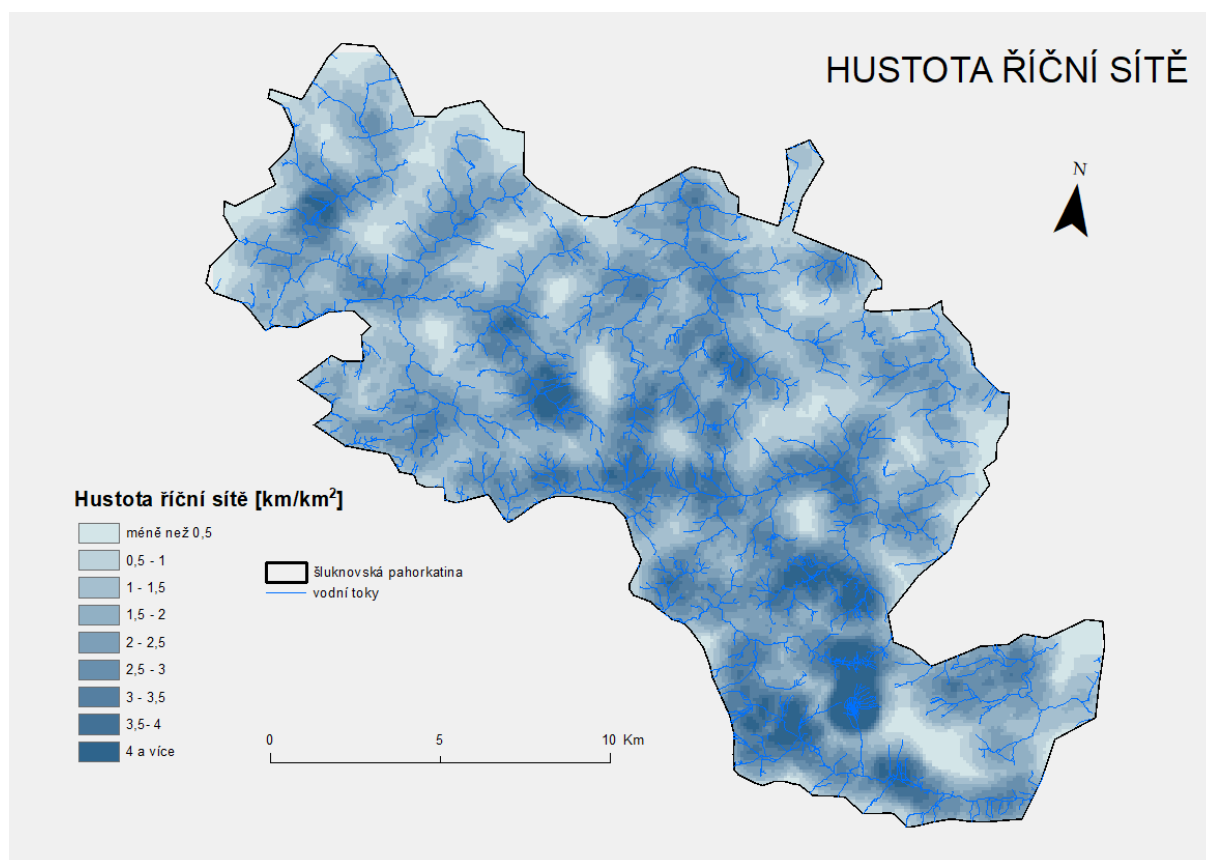
Celé území Šluknovského výběžku řadíme do pramenných oblastí recipientů různé vydatnosti. Říční síť má většinou přírodní charakter a vcelku dobrou kvalitu vody. Podzemní vody obsahují větší množství radonu čímž způsobují problémy jejich využívání k vodárenským účelům.

Řeka Mandava je jedním z nejvýznamnějších toků v oblasti, která odvádí vodu do Baltského moře. Jde o levostranný přítok Lužické Nisy (povodí Odry). Do Lužické Nisy se Mandava vlévá mimo území České republiky, konkrétně v Žitavě 228m n. m.. Pramen se nachází na západě od Starých Křečan ve výšce 521 m n. m.. Od prameniště probíhá tok jihovýchodně do města Rumburk. Za tímto místem vodní tok opouští území České republiky a pokračuje do Německa. Následně se Mandava vrací do Varnsdorfu, kde dochází k přítoku Zlatého potoka. Největším přítokem je Lužnička, která se vlévá na německé straně hranice pod vrcholem Hutberg. Na území České republiky do povodí Mandavy spadá 252 vodních ploch (104,22 ha). Rybništský velký rybník (31,32 ha), Světlík (14,08 ha) a Varnsdorfský rybník (8,39 ha) jsou největšími vodními plochami v povodí. Plocha povodí na Českém území je 107,13 km².

Vilémovský potok (též Sebnice) je jedním z nejvýznamnějších vodních toků v oblasti s úmořím Severního moře, tedy povodí Labe. Prameniště Vilémovského potoka se nachází v údolí mezi vrchy Plešný a Hrazený v 529 m n. m. Od pramene teče Vilémovský potok severozápadně do Velkého Šenova. Odtud se stáčí k západu a pokračuje ke státní hranici se SRN. V Německu se Vilémovský potok nazývá Sebnitz. Plocha povodí je 98,5Km² s délkou toku 12,21Km. Vilémovský potok se dle vyhlášky č. 178/2012 sb. řadí to seznamu jako významný vodní tok.

Rozloha analyzované oblasti Šluknovské pahorkatiny má rozlohu 275,15km². Nachází se zde 588,88 kilometrů vodních toků. Průměrná hustota říční sítě je zde 0,46 km/km² (viz obrázek 11). Říční síť je vcelku rovnoměrně rozložená po celé oblasti. Nejvyšší hustota říční se nachází

v jižní části u města Studánka. V této oblasti nalezneme větší počet menších pramenů, které následně zásobují vodní nádrž Světlík. (obrázek 11).



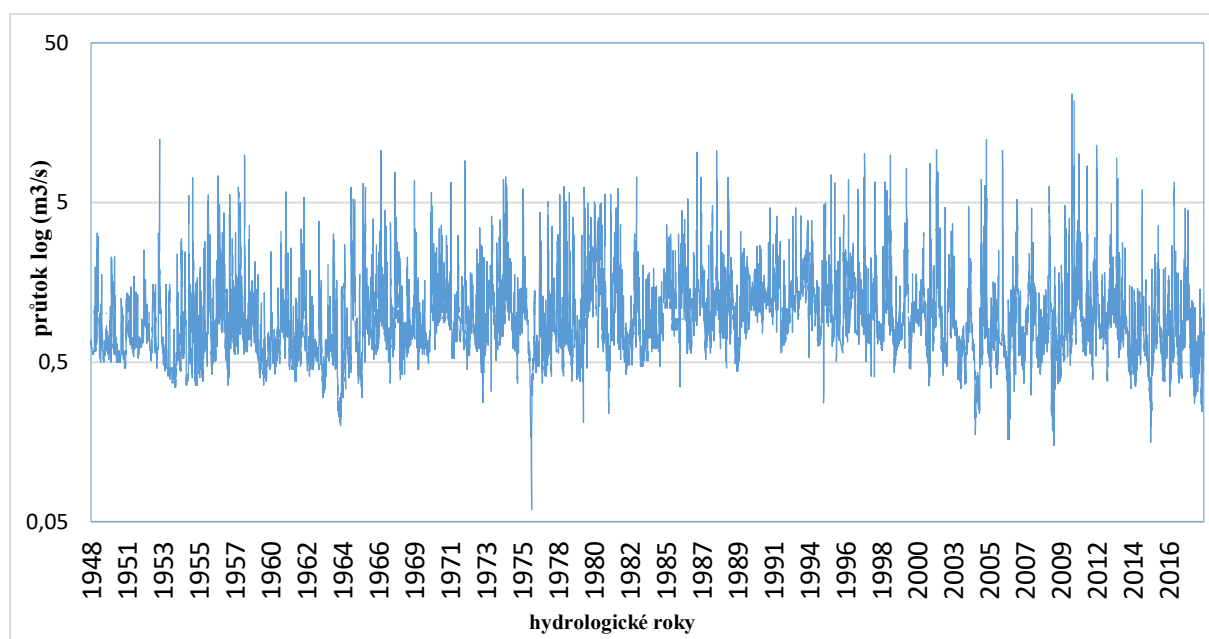
Obrázek 11 Hustota říční sítě ve Šluknovské pahorkatině, Zdroj: VÚV TGM (DIBAVOD), ARCČR 500, vlastní zpracování v ArcMap 10.4

4.1.8 Analýza hydrologického režimu v zájmovém povodí

V zájmové lokalitě v povodí Nisy se nacházejí dva měrné profily Českého hydrometeorologického ústavu. Jde o profily na řece Mandavě ve městech Rumburk a Varnsdorf. Měrný profil v Rumburku poskytuje data o průtocích až od roku 2007 zatímco Varnsdorfský je funkční již od roku 1965. Data poskytl Český hydrometeorologický ústav a byla analyzována v programu MS Excel V oblasti druhého povodí (Labe) v analyzované oblasti se na území České republiky nenacházejí žádné měrné profily. Byla oslovena SRN s žádostí o poskytnutí dat z jejich měrných profilů na řece Sebnitz. Tato žádost se ovšem nesetkala s pozitivním výsledkem. Z tohoto důvodu je analyzován hydrologický režim pouze v jednom povodí, které se nevztahuje na blíže analyzovanou oblast Liščí, ovšem zahrnuje část zájmové oblasti Šluknovské pahorkatiny.

4.1.8.1 Průměrné denní průtoky Q_d

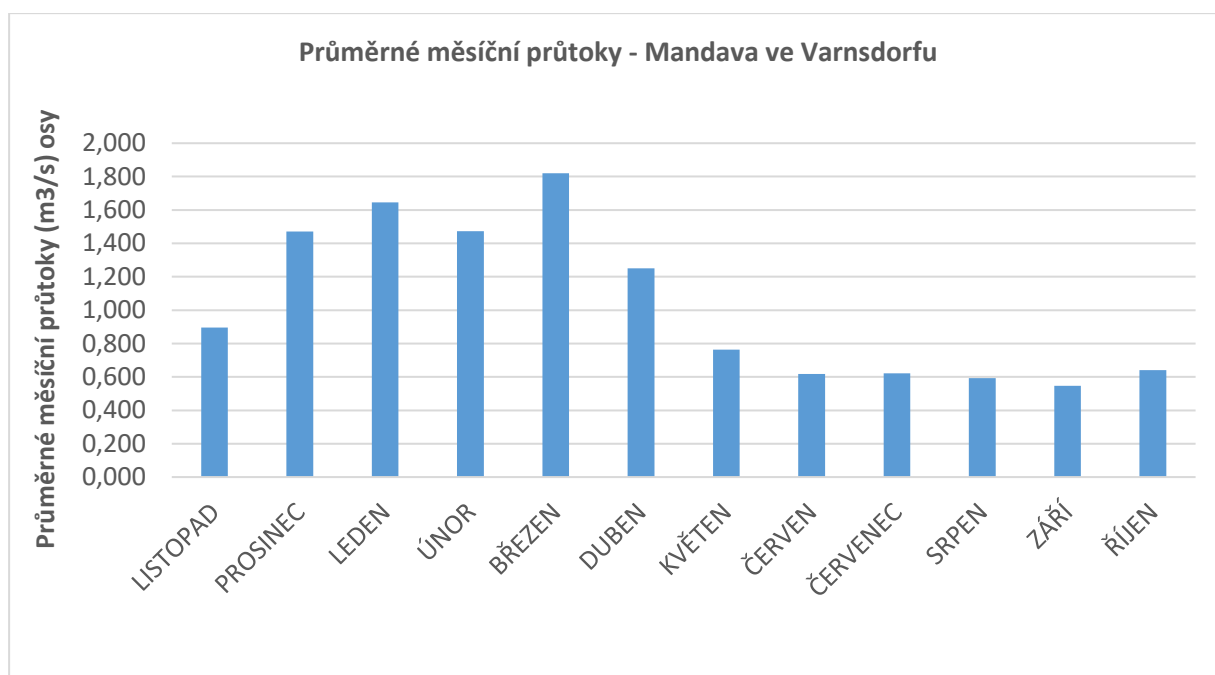
Průměrné dlouhodobé denní průtoky na měrném profilu ve Varnsdorfu lze pozorovat na grafu 1. Maximální hodnota průměrného denního odtoku byla naměřena 7.3.1998 – 8,0 m³/s. Tato hodnota mohla být ovlivněna jarním táním sněhové pokrývky. Nejnižší hodnota průměrného denního průtoky na měrném profilu ve Varnsdorfu byla naměřena 2.8.2018 s hodnotou 0,029 m³/s. Téměř celý srpen roku 2018 vykazuje hodnoty pod 0,1 m³/s. Tyto naměřené hodnoty pouze potvrzují velmi suchý rok 2018 a trendy ostatních grafů, které všeobecně ukazují nižší průtoky v posledních letech.



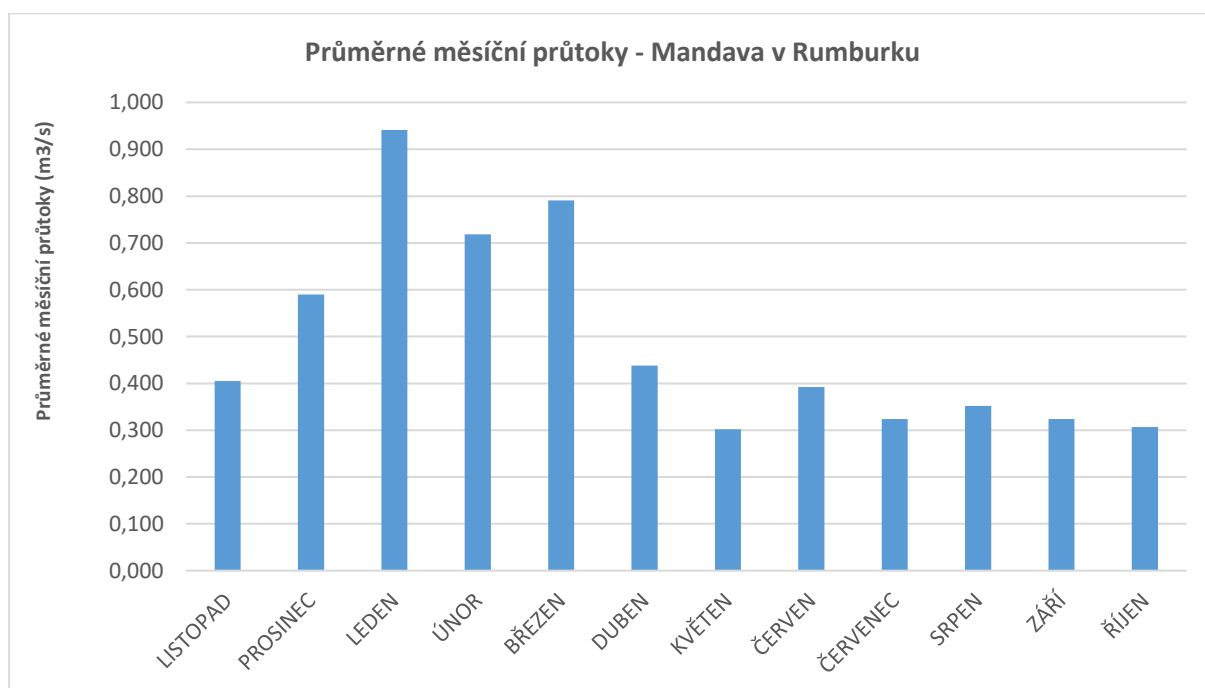
Graf 1 Průměrné denní průtoky - Varnsdorf, Mandava. Zdroj ČHMÚ, vlastní zpracování

4.1.8.2 Průměrné měsíční průtoky Q_m

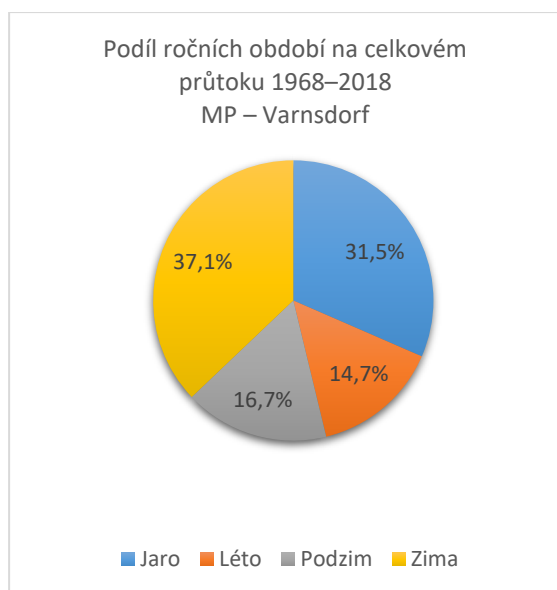
Průměrné měsíční průtoky měrných profilů jsou zpracovány v grafech č. 3 a 4. Dle těchto grafů lze porovnat průtoky v jednotlivých měsících. Velký podíl na těchto průtocích má roční období viz. graf 5 a 6. Lze vysledovat, že nejmenší průtoky jsou v letních měsících a začátkem podzimních měsíců. Nejmenší průměrný měsíční průtok na měrném profilu ve Varnsdorfu je v měsíci září ($Q_m = 0,546 \text{ m}^3/\text{s}$). Nízké průtoky v těchto měsících jsou dány vyššími průměrnými teplotami a nižšími průměrnými srážkami. Naopak jarní měsíce mají průměrné průtoky až $Q_m = 1,820 \text{ m}^3/\text{s}$ (březen). Tyto vysoké průtoky jsou dosaženy díky tání sněhové pokrývky. Při porovnání obou měrných profilů lze pozorovat rozdíly v průtocích ačkoli se jedná o profily na stejné řece (Mandava). Profily jsou od sebe vzdálené pouze 9,5 Km po proudu vodního toku.



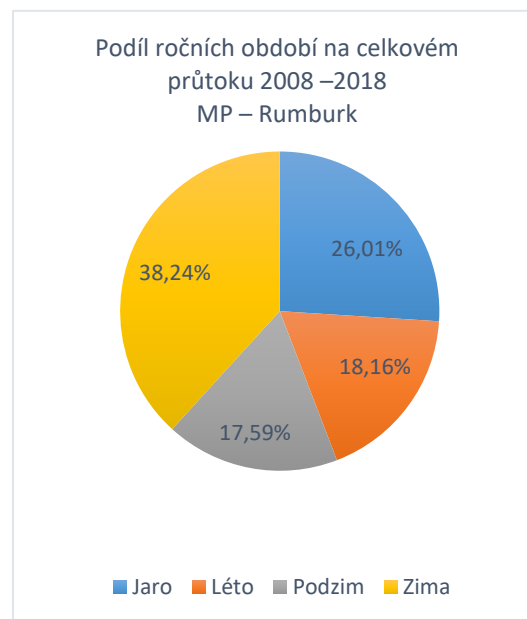
Graf 2 Průměrné měsíční průtoky - Varnsdorf, Mandava. Zdroj ČHMÚ, vlastní zpracování.



Graf 3 Průměrné měsíční průtoky - Rumburk, Mandava. Zdroj ČHMÚ, vlastní zpracování.



Graf 5 Podíl ročních období na celkovém průtoku 1968–2018, MP – Varnsdorf, zdroj: ČHMÚ, vlastní zpracování

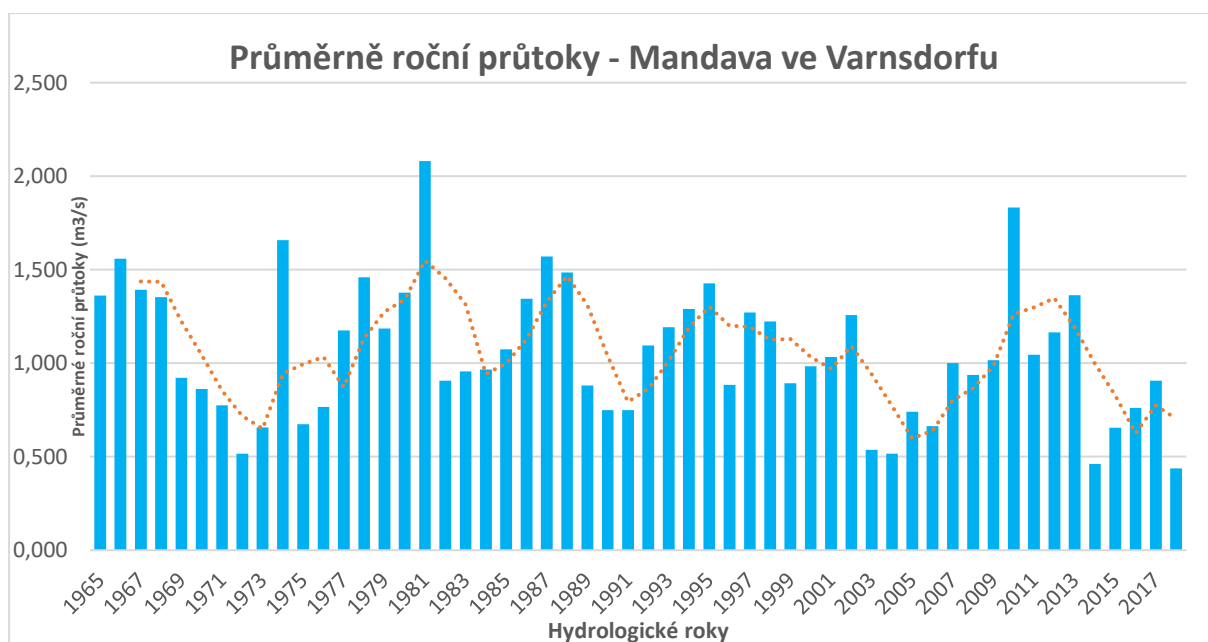


Graf 4 Podíl ročních období na celkovém průtoku 2008–2018, MP – Rumburk, zdroj: ČHMÚ, vlastní zpracování.

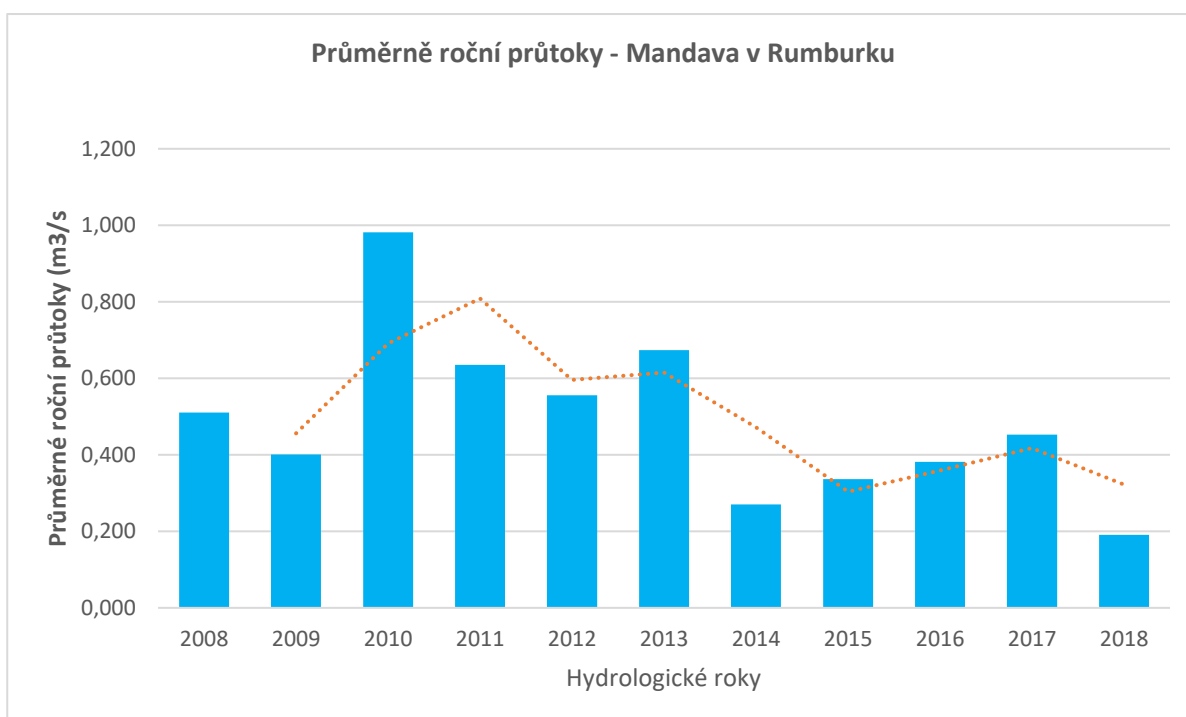
4.1.8.3 Průměrné roční průtoky Q_r

Průměrné roční průtoky byly stanoveny dle výpočtu z průměrných denních průtoků. U obou profilů byla zkoumaná časová perioda odlišná. U měrného profilu ve Varnsdorfu jsou dostupná data již od roku 1965, zatímco v Rumburku až od roku 2008. Analýza končí hydrologickým rokem 2018.

Ve Varnsdorfu byla dosažena maximální hodnota průměrného ročního průtoku v hydrologickém roce 1981 – $2,082 \text{ m}^3/\text{s}$. Nejméně vodným rokem se stal hydrologický rok 2018 s hodnotou $Q_r = 0,437 \text{ m}^3/\text{s}$. Mezi méně vodnaté hydrologické roky můžeme zařadit roky 1972 ($Q_r = 0,516 \text{ m}^3/\text{s}$), 2003 ($Q_r = 0,538 \text{ m}^3/\text{s}$), 2004 ($Q_r = 0,516 \text{ m}^3/\text{s}$) a 2014 ($Q_r = 0,461 \text{ m}^3/\text{s}$). Při pohledu na grafu průměrných ročních průtoků na Mandavě můžeme pozorovat opakující se období vodných roků s obdobím sušších roků. V posledních letech (2014) můžeme pozorovat pouze mírný vzrůst hodnot do roku 2017 a poslední rok 2018 byl charakteristický velmi nízkým průtokem.



Graf 6 Průměrně roční průtoky - Varnsdorf, Mandava. Zdroj ČHMÚ, vlastní zpracování.



Graf 7 Průměrně roční průtoky - Rumburk, Mandava. Zdroj ČHMÚ, vlastní zpracování.

Na měrném profilu v Rumburku nelze pozorovat dlouhodobé trendy vývoje z důvodu poměrně krátké časové řady měření. V krátkodobém horizontu můžeme, s výjimkou roku 2010, pozorovat velmi nízké hodnoty průměrných ročních průtoků. Tyto hodnoty se pohybují okolo $Q_r = 0,400 \text{ m}^3/\text{s}$. V roce 2018 tato hodnota dosáhla dokonce na velmi nízkých $Q_r = 0,191 \text{ m}^3/\text{s}$. Lze tedy konstatovat, že v krátkodobém horizontu jsou průtoky velmi nízké.

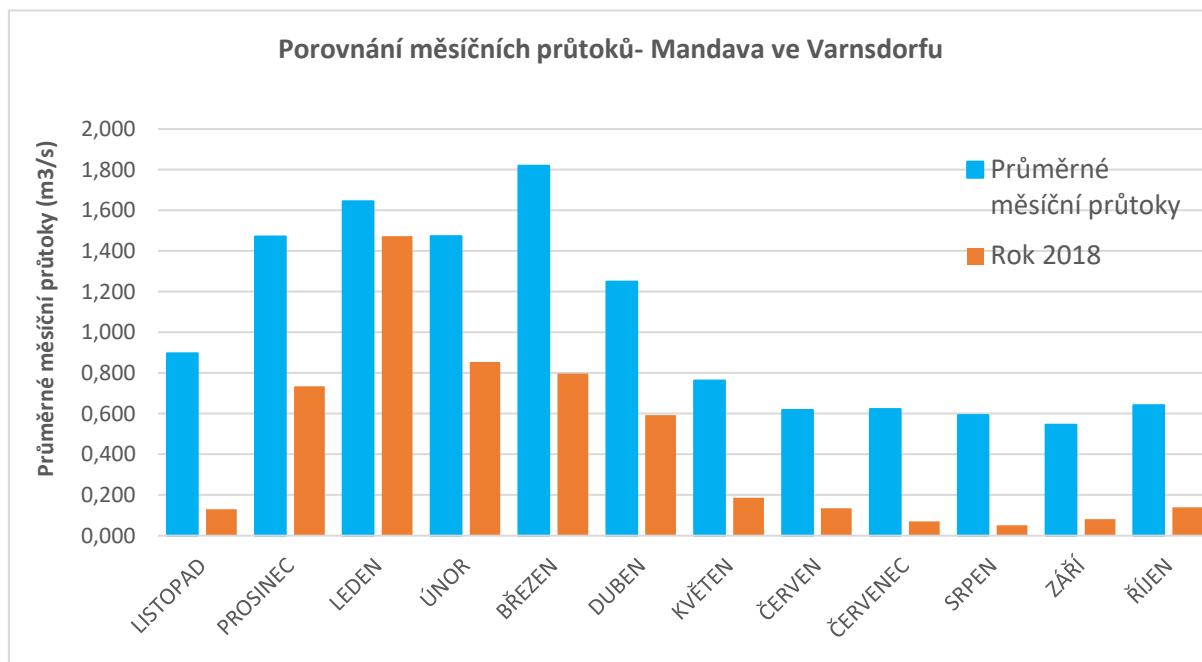
Při analýze klouzavých trendů lze vidět sinusoidový tvar tohoto trendu, který ovšem v posledních letech má sestupnou tendenci. Tento trend poukazuje na hydrometeorologický extrém – sucho.

4.1.8.3 Hydrologické sucho 2018 a jeho analýza

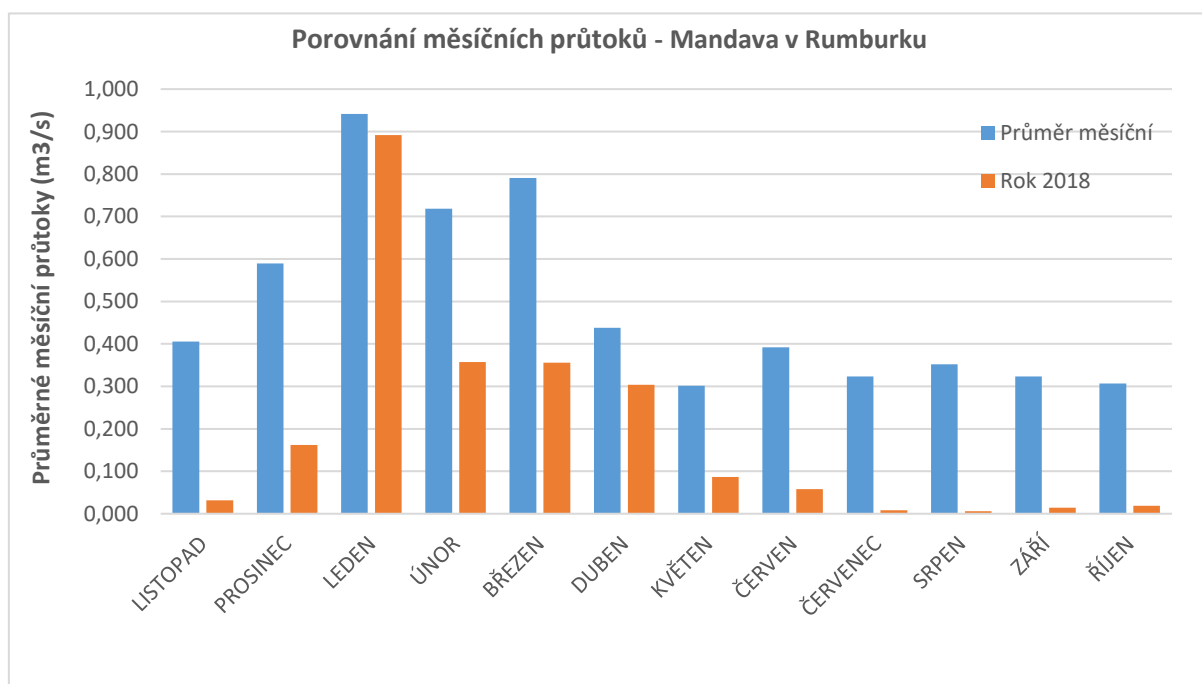
Získané data z měrných profilů byla využita i k porovnání posledního hydrologického roku (2018), který byl označen za suchý. Porovnání došlo s dlouhodobým průměrem od počátku dostupných dat (r. 1965 - Varnsdorf a r. 2008 – Rumburk). Rok 2018 je z hlediska ročních průtoků nejsušším hydrologickým rokem ($Q_r = 0,437 \text{ m}^3/\text{s}$). K hodnotám nižším než $Q_r = 0,500 \text{ m}^3/\text{s}$ hydrologického roku 2018 se přibližuje pouze rok 2014. V porovnání dlouhodobého průměru a roku 2018 lze pozorovat velmi značný úbytek v průměrných měsíčních hodnotách. Pouze lednový průtok je takřka na stejné hodnotě v roce 2018 ($Q_m = 1,477 \text{ m}^3/\text{s}$) jako v dlouhodobém průměru ($Q_m = 1,645 \text{ m}^3/\text{s}$).

Na měrném profilu v Rumburku lze pozorovat markantnější rozdíly především v letních měsících. V měsíci srpnu má dlouhodobý průměr hodnotu $Q_m = 0,593 \text{ m}^3/\text{s}$, zatímco hodnota z roku 2018 je velmi nízká - $Q_m = 0,051 \text{ m}^3/\text{s}$.

Z tohoto hlediska by obnova malých vodních nádrží či poldrů mohla v analyzované oblasti pomoci s průtoky v letních měsících, kdy by ze svých vodních zásob nadlepšovala průtoky.



Graf 8 Porovnání průměrných měsíčních průtoků a roku 2018, Mandava, Varnsdorf, Zdroj: ČHMÚ, vlastní tvorba



Graf 9 Porovnání průměrných měsíčních průtoků a roku 2018, Mandava, Rumburk, Zdroj: ČHMÚ, vlastní tvorba

4.2 Fyzicko-geografická studie zájmové lokality

Povodí Ohře vytipovalo zaniklé, malé vodní nádrže, které mají možnost jejich obnovy v rámci zvýšení retenčního potenciálu krajiny. Jedna z vhodných lokalit se nachází v obci Liščí. Zdejší rybníční soustava je analyzována v rámci spolupráce Povodí Ohře, Univerzity Karlovy a Technické univerzity v Liberci. Tyto subjekty spolupracují na studii ohledně možné obnovy nejen těchto, ale i dalších zaniklých MVN v oblasti Šluknovska.

Na obrázku 12 lze vidět výřez topografické mapy na které jsou patrné pozůstatky vodních nádrží v dnešní podobě (2019).



Obrázek 12 Náhled zaniklé MVN. Zdroj: ČÚZK

Při analýze dnešní topografické mapy a mapy z druhého vojenského mapování je patrný zánik jedné celé malé vodní nádrže. Rok zániku není znám a v dnešní podobě krajiny zaniklá vodní nádrž není identifikovatelná.



Obrázek 13 Výřez analyzované lokality z v mapách 2. VM. Zdroj: ČÚZK

4.2.1 Vymezení oblasti

Zájmová oblast se nachází v ORP Rumburk, okrese Děčín v katastrálním území obce Liščí. První zmínka o obci Liščí je datována do roku 1953 a dnes v obci žijí tři obyvatelé. Lokalitou protéká Liščí potok, který pramení nedaleko severovýchodně od obce.



Obrázek 14 Vymezení zaniklých vodních nádrží. Zdroj: vlastní topografické mapování.

4.2.2 Geologie oblasti

Zaniklé vodní nádrže se nacházejí v Českém masivu (Iugikum). Šluknovský výběžek včetně lokality Liščí řadíme do lužického plutonu. (Chlupáč et al. 2011)

Podklad zde tvoří středně až hrubě zrnitý biotický granodiorit (Lužický). Hrubozrnný biotitový adamelit až granit formuje spodní patro masivu. Barva hrubozrnného granitu je výrazně narůžovělá díky vysokému obsahu K-živce. Křemen a biotit jsou minerály obsaženy v této formě Granitu. (Klomínský 1969)

4.2.3 Geomorfologie oblasti

Vybrané, zaniklé MVN se nacházejí v Krkonošské oblasti a v celku Šluknovská pahorkatina. Geomorfologickým okrskem je Šenovská pahorkatina. V této oblasti nejvyšší části tvoří hřbet se třemi čedičovými příkrovy. Plochá rozvodí vodních toků se zde nachází v nadmořských výškách okolo 400. (Bína, Demek 2012)

ČESKÁ VYSOČINA

Krkonošsko-jesenická

Krkonošská oblast

ŠLUKNOVSKÁ PAHORKATINA

Šenovská pahorkatina

Hrazenská pahorkatina

Mikulášovická pahorkatina

4.2.4 Půdní pokryv

Do bezprostřední blízkosti analyzované lokality zasahují tři typy půd. Samotné zaniklé nádrže se nacházejí na hranici kambizemě mesobazické a kambizemě oglejené. Pod vodním tokem Liščího potoka se nacházejí glejové půdy.

Kambizemě mesobazické jsou jedním z podtypů, které můžeme ve Šluknovském výběžku můžeme nalézt. Vznikají půdotvorným procesem vnitropůdním zvětráváním. Charakteristickým místem výskytu jsou polohy kde matečný substrát tvoří tyto horniny – žula, svory, ruly, čediče, pískovce atd.) V této lokalitě je mateční substrát tvořen granitem (žulou).

Glejové půdy nacházející se v okolí nejbližšího vodního toku Liščího potoka. Tato půda je vysoce zamokřena v celém půdním profilu. Akumuluje se zde větší množství organických látek a nadložního humusu. Na některých místech glejových půd dochází i k rašelinění. Půdotvorným procese je glejový proces.

4.2.5 Biogeografická charakteristika

Zaniklé malé vodní nádrže v lokalitě Liščí řadíme do Šluknovského bioregionu. V této oblasti nalezneme rašelinné louky, které přecházejí v luční prameniště. Na sušších místech jsou převážně krátkostébelné podhorské a horské smilkové trávníky (*Violion caninae*). Ze subatlantských druhů můžeme v okolí najít například hořeček ladní pobaltský (*Gentiana campestris* subsp. *baltica*), ovsíček obecný (*Aira caryophyllea*), ovsíček časný (*A. praecox*), písečnatka nejmenší (*Arnoseris minima*) a ožanka lesní (*Teucrium scorodonia*). Rašeliníšní druhy zastupují boreokontinentální druhy jako jsou například suchopýr pochvatý (*Eriophorum vaginatum*) a vachta trojlístá (*Menyanthes trifoliata*). Ke středoevropským druhům řadíme například stařince potočního (*Tephrosia crispa*). (Culek a kol. 2013)

Tekoucí vody zařazujeme do pstruhového pásma. Dalšími významnými druhy v lokalitě jsou savci: ježek západní (*Erinaceus europaeus*), myšice temnopásá (*Apodemus agrarius*). Ptáci: břehule říční (*Riparia riparia*). Obojživelníci: ropucha krátkonohá (*Bufo calamita*), mlok skvrnitý (*Salamandra salamandra*). Měkkýši: páskovka hajní (*Cepaea nemoralis*). (Culek a kol. 2013)



Obrázek 15 Pohled na spodní zaniklou vodní nádrž, vlastní fotografie

4.2.6 Klimatické podmínky

Dle Quittovi klasifikace řadíme oblast zaniklých MVN do mírně teplé klimatické oblasti MT4. Jelikož se jedná o nebeské nádrže, které nemají žádný povrchový přítok zajímavou informací je průměrný roční úhrn srážek, který se pohybuje okolo 600 až 750mm. Tato hodnota srážek je ovšem dále ovlivněna reliéfem, charakterem ploch, expozicí svahů a nebo také nadmořskou výškou. Počet dnů se sněhovou pokrývkou je mezi 60 až 80 dny za rok. V oblasti je dle Quitta 20-30 letních dnů a 140 – 160 dnů s průměrnou teplotou nad 10 stupňůCelsia. Úplná charakteristika oblasti MT4 viz **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** (Kol. autorů 2007)



Obrázek 17 Měření hydrometrickou vrtulí



Obrázek 16 Bezpilotní dron při vytváření 3D modelu



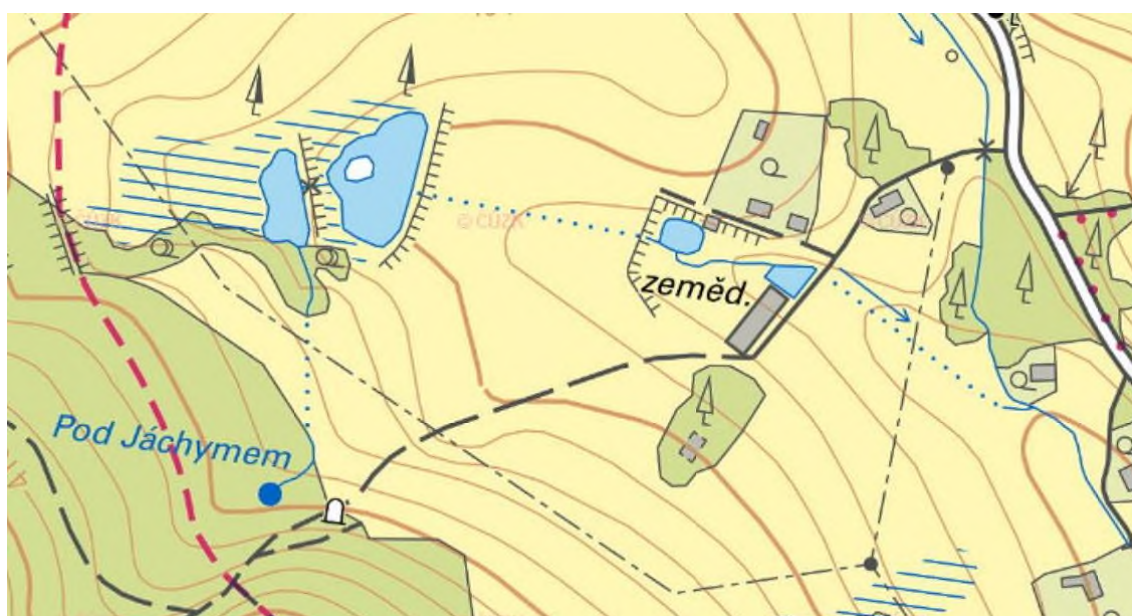
Obrázek 18 Měření hloubky ve spodní nádrži 2

4.2.7 Analýza odtoku a fyzikálně-chemických parametrů vody v zájmové oblasti na základě vlastního monitoringu

V analyzované oblasti se jedná o nebeské zaniklé vodní nádrže. Nemají tedy žádný stálý přítok. Dolní nádrž je sycena také vodou z výše položené nádrže a zřejmě i podpovrchovými prameny. V topografických mapách je naznačená napájecí vodoteč z nedalekého lesního porostu. Tuto vodoteč ovšem na lokalitě fyzicky nelze nalézt. Dle osobní rekognoskace tuto vodoteč místní obyvatelé přeměrovali k sídlům, kde slouží jak zdroj pitné či užitkové vody.

Z nižší nádrže poté odtéká pod povrchem zatrubněným kanálem voda do třetí nádrže a následně do čtvrté, od které pokračuje opět pod povrchem země do Liščího potoka, kam se vlévá jako pravostranný přítok. Liščí potok je také pravostranným přítokem Vilémovského potoka, do kterého se vlévá severovýchodně od obce Vilémov.

Na obrázku 17 lze pozorovat zakreslené podpovrchové, zatrubněné toky mezi nádržemi a následným přítokem do Liščího potoka.



Obrázek 19 Náhled na hydrologický režim MVN. Zdroj: ČŮZK

4.2.7.1 Aktuální průtoky

12.6.2019

Vodoteč nad rybníční soustavou 13:00 hod. 0,2 l/s. Vodoteč se noří do podzemí a odtéká podzemní cestou směrem do rybníků a směrem k hospodářskému sídlu. V lokalitě byly realizovány dvě studny, v nichž dle informací místních obyvatel hladina podzemní vody dlouhodobě klesá.

„Velký rybník“ – vodní stav (vodočetná lať) = 18,25 cm

Liščí potok – horní profil $Q_h = 6,66$ l/s

Liščí potok – dolní profil $Q_d = 17,30$ l/s

$Q_h/Q_d = 0,385$ (38,5 %)

27.6.2019

„Velký rybník“ – vodní stav (vodočetná lať) = 17,5 cm (pokles oproti 12.6.2019 o 0,75 cm)

Liščí potok – horní profil $Q_h = 3,67$ l/s

Liščí potok – dolní profil $Q_d = 12,74$ l/s

$Q_h/Q_d = 0,288$ (28,8 %) → Nižší hodnota poměru průtoku v horním profilu vůči průtoku v dolním profilu po téměř bezesrážkovém období mezi 12.6.2019 a 27.6.2019 hovoří pro intenzifikaci sucha směrem k sušším obdobím, což je negativní efekt. Samozřejmě máme k dispozici pouze dvě měření a musíme jednoznačně počítat s určitou chybou (nejistotou), nicméně jistou vypovídací hodnotu to poskytuje.

4.2.7.2 Fyzikálně-chemické parametry

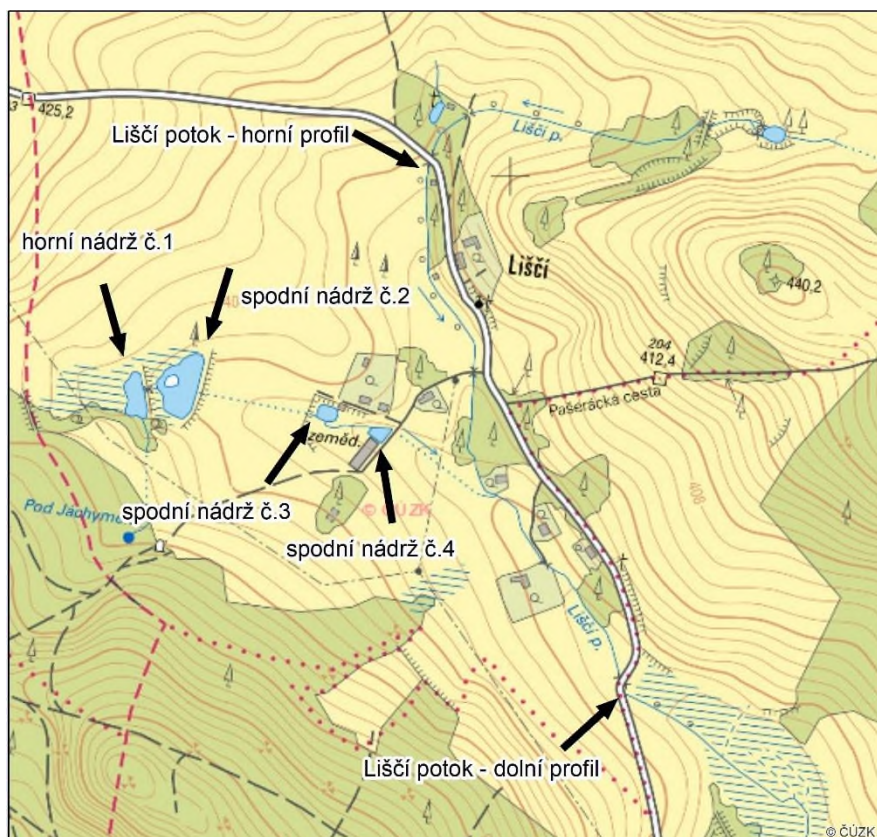
K prvnímu vlastnímu monitoringu v lokalitě Liščí došlo 12.6.2019 ve 14:00 hod. (tabulka 1). Při porovnání s druhým měřením 27.6.2019 v 16:00 hod (tabulka2) lze pozorovat značný nárůst teploty u rybníků. Mezi měřeními bylo velmi teplé počasí, které ovlivnilo teplotu v rybnících. Naopak u tekoucích vod je trend opačný a teplota klesla. Lze si také všimnout hodnot DO % u stojatých a tekoucích vod. Nasycení kyslíkem u tekoucích vod je výrazně vyšší než u stojatých.

	12.06.2019					
	teplota °C	DO %	DO mg/l	SPC uS/cm	C uS/cm	pH
„Rybník 1“ (malý horní rybník)	21	62	5,5	171,9	158,8	7,28
„Rybník 2“ (velký rybník)	21,4	40	3,5	159,5	148,7	6,79
„Rybník 3“ (prostřední rybník „bahňák“)						
„Rybník 4“ (dolní rybník v hosp. sídle)	22,2	67	5,8	178,6	169,1	7,30
Liščí potok – horní profil	14,2	87	8,9	188,3	149,3	7,53
Liščí potok – dolní profil	15,4	81	8,1	200,0	163,2	7,46

Tabulka 2 Fyzikálně-chemické parametry naměřeny 12.6.2019 14:00 hod.. Vlastní měření

	27.06.2019					
	teplota °C	DO %	DO mg/l	SPC uS/cm	C uS/cm	pH
„Rybník 1“ (malý horní rybník)	22,5	71	6,2	153,1	145,7	7,22
„Rybník 2“ (velký rybník)	24,0	37	3,1	144,6	141,8	6,78
„Rybník 3“ (prostřední rybník „bahňák“)	26,3	67	5,4	117,5	120,5	8,02
„Rybník 4“ (dolní rybník v hosp. sídle)	23,3	69	5,8	170,2	164,8	6,99
Liščí potok – horní profil	12,8	89	9,4	190,9	146,6	7,25
Liščí potok – dolní profil	14,1	98	10,1	191,5	151,7	7,25

Tabulka 3 Fyzikálně-chemické parametry naměřeny 12.6.2019 16:00 hod.. Vlastní měření



Obrázek 20 Schéma lokality Liščí (Lipová)

4.2.8 Vyhodnocení retenčního potenciálu zájmové lokality

4.2.8.1 3D model lokality Liščí

V rámci hodnocení retenčního potenciálu zájmové lokality byl vytvořen 3D plastický model pomocí bezpilotního dronu. Tento model slouží k získání celkového přehledu nad lokalitou a možné analýze území. Terénní rekognoskace v některých částech zájmové lokality není možná vzhledem k nepřístupnému a silně podmáčenému terénu.

Na 3D modelu (obr. 18 a 19) lze pozorovat hustou vegetaci v blízkém okolí vodních ploch. Tato vegetace se vyskytuje ve všech rostlinných patrech. Jedná se především o náletové traviny a dřeviny. Okolí je také silně podmáčené, v těchto podmáčených místech může docházet i k rašelinění. Samotné vodní plochy jsou zanesené spadaným listím a dalšími přírodními nečistotami. Model také potvrzuje nebeský typ nádrží, jelikož není patrný žádný povrchový přítok. Odtok z horní nádrže do spodní je zajištěn povrchovou rýhou. Odtok ze spodní nádrže je zřejmě zatrubněný a odtéká přes další dvě nádrže do Liščího potoka.



Obrázek 21 Diskuse ohledně obnovy MVN s místní obyvatelkou.



Obrázek 24 Náhled 3D model z jižní strany na severní. Zdroj: Vlastní tvorba: Dronedeploy



Obrázek 23 Náhled na 3D modelu ze západní strany na východní. Zdroj: Vlastní tvorba: Dronedeploy



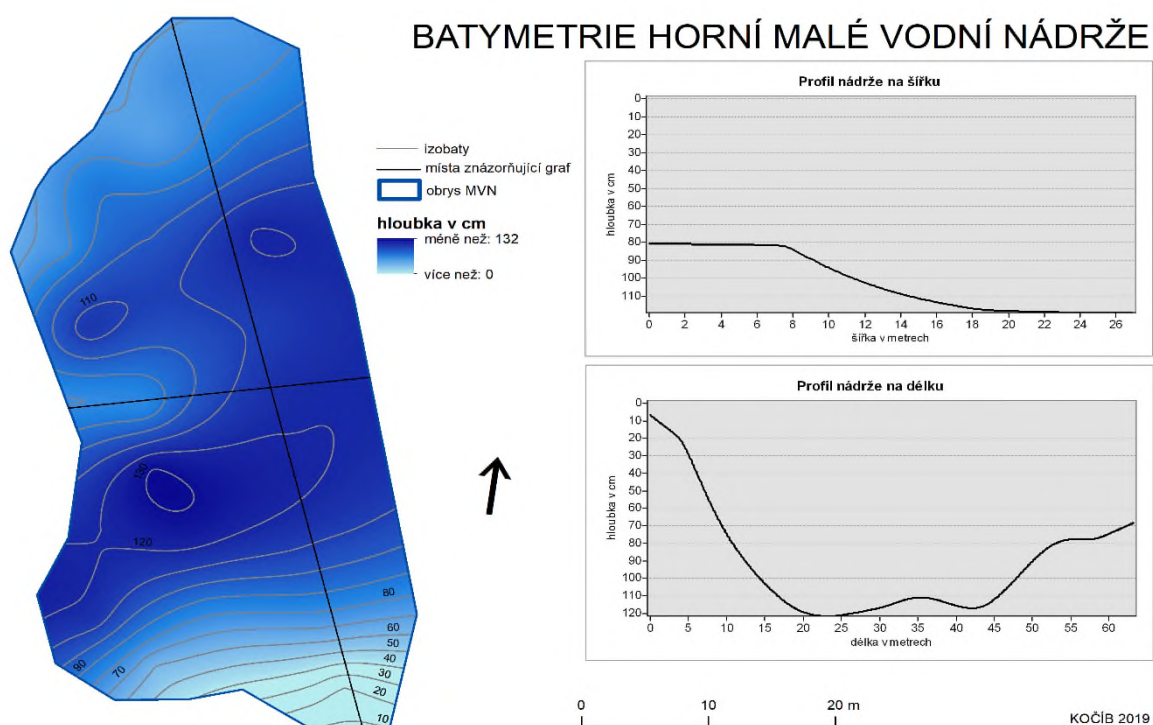
Obrázek 22 Náhled 3D modelu z východní strany na západní. Zdroj: Vlastní tvorba: Dronedeploy

4.2.8.2 Batymetrie zaniklých vodních nádrží v lokalitě Liščí

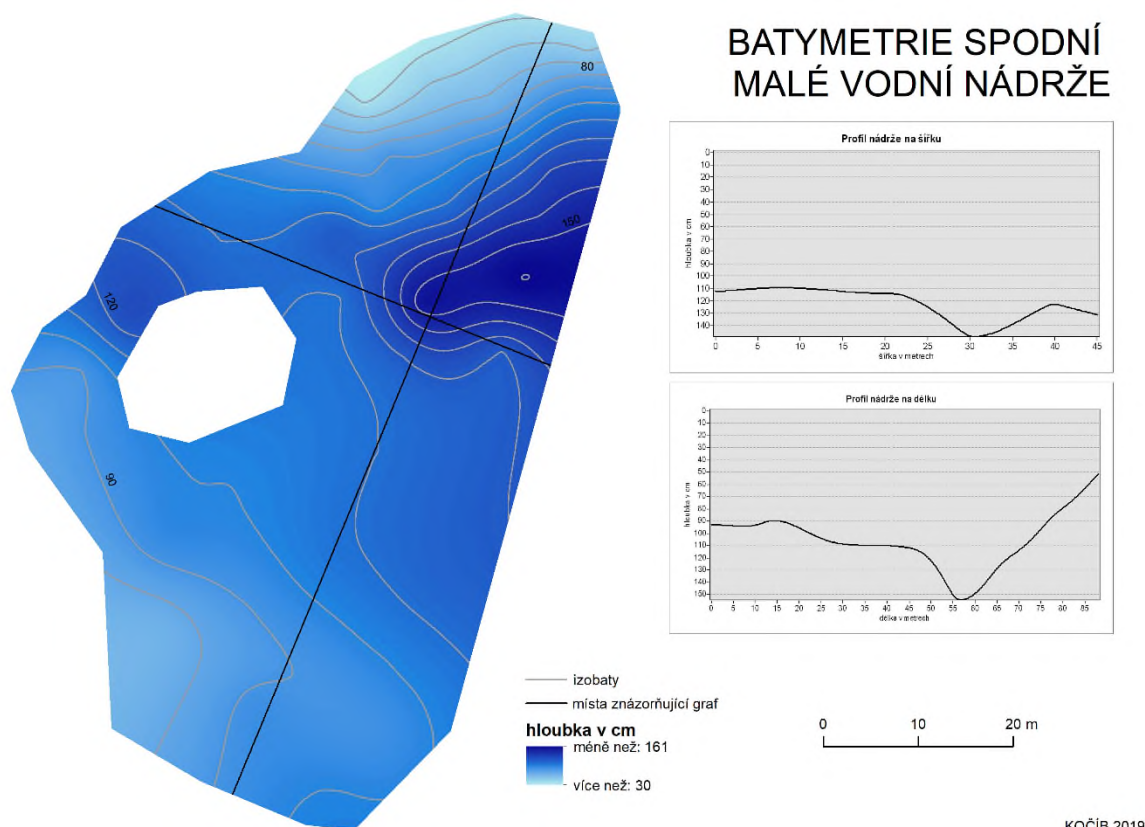
Na základě vlastního, systematického měření hloubky obou vodních nádrží je vytvořena batymetrická mapa. Tato mapa je vytvořena pomocí bez přístrojového měření zanesením naměřených hodnot do polygonu vodní plochy a pomocí interpolace dopočítán do stávající podoby.

Velký vliv na tvar dna mají sedimenty. Proto je nutné znát mocnost sedimentu, který se nachází na dně nádrže. Rychlost a příčiny sedimentace jsou ovlivněny více faktory (extrémní hydro-meteorologické jevy, změna využití okolní zemědělské půdy, eroze atd.)

Mocnost sedimentů na dně nádrží bylo také změřeno a následně byl vypočítán retenční potenciál nádrže v aktuální stavu. Tento stav byl porovnán s retenčním potenciálem nádrže v případě odstranění sedimentů na dně nádrží.



Obrázek 25 Batymetrie "horní" nádrže s profily dna. Zdroj: vlastní měření, vlastní zpracování Arcmap 10.4



Obrázek 26 Batymetrie "spodní" nádrže s profily dna. Zdroj: vlastní měření, vlastní zpracování Arcmap 10.4

4.2.8.3 Potenciální retenční objem

V obou nádržích byla změřena jak hloubka vody, tak mocnost sedimentů na dně. Byl proveden výpočet potenciálního retenčního objemu nádrží v dnešním stavu. Po zjištění potenciálního retenčního objemu nádrží bez sedimentů byl výsledek mezi sebou odečten.

V dnešním stavu horní nádrže je dle výpočtu potenciální retenční objem $19\,30\text{ m}^3$. Pokud by došlo k odstranění sedimentu nacházejícího se u dna potenciální retenční objem by mohl vzrůst až na $3\,560\text{ m}^3$. Sedimenty u dna tedy snižují objem nádrže o $1\,630\text{ m}^3$.

Spodní nádrž má dnes potenciální retenční objem $3\,208\text{ m}^3$. V případě její obnovy by potenciální retenční objem mohl vzrůst na $5\,471\text{ m}^3$. Sedimenty na dně spodní nádrže zmenšují objem vodní nádrže o $2\,263\text{ m}^3$.

Při obnově obou nádrží by došlo ke zvýšení potenciálního retenčního objemu o $3\,893\text{ m}^3$. Jedná se o téměř zdvojnásobení retenčního objemu. Tohoto zdvojnásobení lze dosáhnout obnovou pouze dvou vytipovaných nádrží. V celé lokalitě Šluknovské pahorkatině lze vytipovat i jiné lokality vhodné k obnově a tím zvýšit potenciál retenčního objemu.

5. Diskuse

V průběhu vypracování rešeršní i praktické části výzkumu je nutné dbát na primární a ověřené zdroje dat, které lze dále interpretovat. Správnost a aktuálnost těchto zdrojů je třeba důkladně ověřovat. U praktické části ověřování probíhá rekognoskací a verifikací přímo v terénu analyzované lokality, zatímco u rešeršních zdrojů je ověřování informací složitější. Velmi dobrým zdrojem informací jsou místní obyvatelé. Aplikovaný geografický výzkum má za svůj cíl především praktický účel využití efektivně získaných a dostatečně přesných poznatků z terénního výzkumu pro potřeby obyvatel žijících v dané oblasti.

Odborné literatury zabývající se zájmovým regionem a dotýkající se zkoumané problematiky mnoho není, a proto je složité široce diskutovat výsledky této práce s již publikovanými závěry.

5.1 Aktuálnost tématu, retenční potenciál vodních nádrží

Za aktuálnost tématu práce hovoří především velký zájem odborné veřejnosti i politické scény, který kulminuje v posledních letech v souvislosti s intenzifikací katastrofických projevů v krajině v kontextu změny klimatu ve středoevropském prostoru (především suché periody). Výstavba velkých vodních děl v České republice není zcela aktuální z hlediska složité legislativy a výběru vhodné lokality ke stavbě. Odborná veřejnost (např. Janský 2006, Kocum 2012, a další) se snaží v posledních letech aktivizovat diskuzi o možné obnově malých vodních nádrží (včetně rybníků, které mají na českém území historicky velký význam) za účelem zvýšení retenčního potenciálu krajiny formou jednoho z mnoha opatření, která se nabízejí jako efektivní doplněk velkých hydrotechnických staveb. Loňský a letošní rok je důkazem toho, že je nutné tento typ opatření pro zvýšení retenční schopnosti krajiny jednoznačně podporovat (MŽP 2009 apod.). Obnova těchto malých vodních nádrží, akumulčních i retenčních, podporuje nejen retenci vody v krajině, ale rovněž místní mikroklima, biodiverzitu, asanaci krajiny atp. Na území Česka bylo obecně vzato v minulosti daleko větší množství takovýchto nádrží, než je v současnosti. Došlo však z mnoha důvodů k jejich zanedbání a tím k jejich devastaci z hlediska retenčního potenciálu i kvality povrchové i podzemní vody.

5.2 Nejistoty měření a analytického zpracování

Celý proces zpracování získaných informací je velmi náchylný na nejistoty. U dlouhodobých dostupných dat nelze zcela bez nejistoty porovnávat měrné profily, které začínají svou datovou řadu již od roku 1965 (Varnsdrof) a profily začínající až v roce 2008 (Rumburk). Na těchto porovnáních není patrný dlouhodobý trend. Na druhou stranu i toto porovnání je potřebné a krátkodobý trend z něj lze poměrně dobře analyzovat. Při porovnání s vlastním monitoringem a krátkodobým měřením může také dojít k nejistotám.

Detailní a korektní analýza hydrologických poměrů Šluknovského výběžku se musí opřít nejen o dlouhodobé řady hydro-klimatických dat z profilů českých, ale rovněž německých. Ty totiž představují závěrové profily povodí, kam spadá konkrétní vytipovaná lokalita Liščí. Data z německých profilů se ale bohužel zatím nepodařilo obstarat. Proto byly pomocí základní hydrologické statistiky analyzovány alespoň profily ležící na Mandavě, která odvodňuje největší část tohoto regionu.

Rovněž tvorba 3D modelu a fotogrammetrické snímkování pomocí méně dokonalých UAV zařízení lze zařadit jako náchylné k určitým chybám. Dokonalejší přístroje jsou přesnější, ale také velmi nákladné a často i časově náročné na sběr dat a následné zpracování.

5.3 Potenciál zájmové lokality pro kompenzaci hydrologických extrémů

Analýzovaná širší oblast Šluknovské pahorkatiny trpí z hlediska hydrologických poměrů nízkým počtem vodních nádrží, rybníků, jezer či polderů. Tato vodní díla jsou schopna kompenzovat hydrologické extrémy (MZE ČR 2005). Tyto extrémy mohou mít podobu povodňových epizod či extrémně suchých dlouhotrvajících period. Z dostupných dlouhodobých dat získaných od ČHMÚ je zřetelně patrný pokles průměrných průtoků v analyzovaných vodoměrných profilech. Rok 2018 patří v rámci datových řad mezi nejsušší. Aktuálně suchý rok může v širší laické veřejnosti evokovat nebezpečnou a mylnou představu, že se v nastávající době nemusí obávat výskytu povodní. Opak je ale pravdou. Prudké přívalové deště mohou způsobit takzvané bleskové povodně, během nichž suchý zemský povrch představuje vzhledem k velmi omezené schopnosti infiltrace významný faktor, který negativní účinek takového extrémního úhrnu srážek ve většině případů násobí (Langhammer a kol. 2007).

Potenciál vytipované lokality Liščí se na základě výsledků práce jeví z hlediska prevence před výskytem povodňových situací jako velmi zřetelný. Zároveň lze z vodních zásob v této oblasti,

například z jarního tání sněhové pokrývky, nadlepšovat v důsledku dotace podzemních zásob vody odtok v dobách jejího nedostatku (především letní měsíce). Zvýšení objemu potenciálně nadržené vody ve funkčních, ale i potenciálních nových nádržích, může pro uvažovanou oblast představovat klíčový pozitivní efekt v boji s intenzifikující se změnou klimatu. Obnovu malých vodních nádrží, které byly dříve v tomto území zcela běžné a mnohem rozšířenější, vítají i místní obyvatelé. V minulosti existující nádrže v tomto území zanikly z důvodu rozšiřování hospodářského využití lesa (výsadba smrkových monokultur v oblasti nádrží) a zanedbání jejich údržby. Na dně takto zanedbaných nádrží se nachází poměrně mocná vrstva sedimentů, která významně snižuje retenční potenciál nádrže. V okolí zaniklých malých vodních nádrží v této oblasti se nacházejí rovněž náletové traviny či dřeviny, které zamezují okolní zvířeně přístup k vodě a využití nádrží jako napajedel.

Místní obyvatelé lokality Liščí mají nemalý zájem na obnově zdejších zaniklých vodních nádrží, což bylo potvrzeno i na základě ústních sdělení. Tito obyvatelé pociťují sucho především ve svých studních, tedy jejich zdrojích pitné vody. Dle jejich slov se musí každým rokem citelněji omezovat v užívání, protože hladina podzemní vody ve dvou realizovaných studnách v této lokalitě dlouhodobě klesá. Obnova malých vodních nádrží v lokalitě Liščí může významně zvyšovat retenční potenciál zdejší krajiny, čímž lze dosáhnout i zlepšení stavu podzemních vod.

6. Závěr

Tématem bakalářské práce bylo vypracování původní částečné studie možné obnovy někdejší rybníční soustavy ve vytipované lokalitě Liščí (Lipová) v rámci Šluknovské pahorkatiny. Hlavním cílem nebylo vytvořit detailní a plnohodnotnou hydrologickou studii, protože pro takový výstup je nezbytně nutné dlouhodobé pozorování místních hydro-klimatických jevů. Účelem práce bylo seznámení se s jednou z vybraných lokalit (vytipováno státním podnikem Povodí Ohře, pod jehož správu tato oblast spadá) a posouzení efektivnosti realizace podobných hydrologických studií ve vhodných oblastech do budoucna.

Práce obsahuje rešeršní část týkající se problematiky významu zaniklých malých vodních nádrží v rámci zvýšení retenčního potenciálu krajiny v kontextu probíhající změny klimatu na našem území. Byla provedena fyzicko-geografická analýza zájmového území Šluknovského výběžku doplněná o detailní charakteristiku vytipované lokality, která může v budoucnu posloužit jako možný podklad pro realizaci obnovy. Znovuobnovená nádrž by mohla sloužit jako krajinoformující prvek s cílem zvýšit zdejší retenční potenciál pro potřeby eliminace hydrologických extrémů (především suchých period). V důsledku této realizace by došlo rovněž ke zvýšení biodiverzity krajiny, přičemž litorální zóna slouží jako vhodný životní prostor pro různorodé organismy.

Důraz v rámci praktické části práce je proto kladen na analýzu hydrologických poměrů širší oblasti na základě dostupných dlouhodobých databází ČHMÚ, které jsou dány do kontextu s vlastním krátkodobým monitoringem. Byly analyzovány dostupné historické mapové podklady, na jejichž základě bylo zjištěno významně větší rozšíření rybníčních systémů v této oblasti v minulosti. Dotazníkovým šetřením byl pozorován jednoznačný zájem místních obyvatel na obnově těchto lokalit, a to především v souvislosti se současnými extrémními suchy v minulém a současném roce. Terénní průzkum sestával z rekognoskace zájmové lokality, v započítání hydrometrování v klíčových profilech a monitoringu fyzikálně-chemických parametrů povrchových vod, a především ve sběru prostorových dat pomocí UAV technologie a batymetrického mapování pro vyhotovení 3D modelu zdejšího aktuálního a potenciálního retenčního objemu. 3D rekonstrukce je doplněna o fotogrammetrickou mapu, která vznikla také pomocí bezpilotního dronu. S využitím těchto metodických postupů byl posouzen retenční potenciál dvou vybraných rybníků na základě vyhotovených batymetrických map,

kteřé jsou součástí práce. Odstraněním sedimentu ze dna vytipovaných nádrží v lokalitě Liščí (Lipová) by se docílilo navýšení objemu nádrží na 1,85, resp. 1,71 násobek, což lze považovat za velmi pozitivní jev. Významnější navýšení retenční schopnosti zdejší krajiny by se ale logicky dalo očekávat především realizací dalších malých vodních nádrží v této lokalitě, které se zde historicky nacházely i v důsledku vhodné konfigurace reliéfu.

V rámci této bakalářské práce byly tedy vytvořeny prvotní předpoklady pro další detailní výzkum v této lokalitě, která byla vytipována státním podnikem Povodí Ohře. Práce tak představuje důležitý podklad pro pokračující monitoring efektivnosti možné obnovy zdejší rybníční soustavy. Výsledky přinesly dílčí, ale cenné, informace pro realizaci detailní studie v rámci aplikovaného výzkumu.

Zdroje

Použitá literatura

1. AKTURK, E., ALTUNEL, A. O. (2018): Accuracy Assesment of a Low-Cost UAV Derived Digital Elevation Model (DEM) in a Highly Broken and Vegetated Terrain. *Measurement*, 136, 382–386.
2. ALFIERI, L., BUREK, P., FEYEN, L., FORZIERI, G. (2015): Global warming increases the frequency of river floods in Europe. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 1, 12, 1119–1152.
3. ANDERS, I., STAGL, J., AUER, I., PAVLIK, D. (2014): Climate Change in Central and Eastern Europe. *Advances in Global Change Research*, 58, 17–31.
4. AUER, I., REINHARD, B., JURKOVIC, A., LIPA, W., ORLIK, A., POTZMANN, R., SCH, W., UNGERSB, M., MATULLA, C., BRIFFA, K., JONES, P., EFTHYMIADIS, D., BRUNETTI, M., NANNI, T., MAUGERI, M., MERCALLI, L., MESTRE, O., MOISSELIN, J., BEGERT, M., GERHARD, M. (200n. 1.): HISTALP – historical instrumental climatological surface time series of the Greater Alpine Region Abstract. *International Journal of Climatology*, 1, 27, 17–46.
5. BALATKA, B., KALVODA, J. (2006): Geomofrologické členění reliéfu Čech. *Karografie PRAHA a. s., Praha*.
6. BÍNA, J., DEMEK, J. (2012): Z nížin do hor - Geomorfologické jednotky České republiky. *Academia, Praha*.
7. BRÁZDIL, R., TRNKA, M., ŘEZNÍČKOVÁ, L., JÁNSKÝ, B. (2015): Historie počasí a podnebí v českých zemích XI: Sucho v českých zemích: minulost současnost a budoucnost. *Centrum výzkumu globální změny Akademie věd České republiky, v.v.i., Brno*.

8. CHLUPÁČ, I., KOLEKTIV (2011): Geologická minulost České republiky. Academia, Praha.
9. CULEK, M., VÍT, G., ZDENĚK, L., DIVÍŠEK, J. (2013): Biogeografické regiony České republiky. Nakladatelství Masarykovy univerzity, Brno.
10. DEMEK, J. (1965): Geomorfologie českých zemí. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha.
11. DOLANSKÝ, Tomáš. Lidary a letecké laserové skenování. Ústí nad Labem : Univerzita J. E. Purkyně, 2004. 100 s. ISBN 80-7044-575-0.
12. EISENBEISS, H. (2009): UAV Photogrammetry. Disertační práce, 254.
13. EVERAERTS, J. (2008): The use of unmanned aerial vehiclec (UAVS) for remote sensing and mapping. The international Archives of the Photogrammetry, remote Sensing and spatial Information Sciences, 37, 1187–1192.
14. HERYNEK, J., TLAPÁK, V. (2002): Malé vodní nádrže. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno.
15. HAUPTMAN, I., KUKAL, Z., POŠMOURNÝ, K., eds. (2009): Půda v České republice. Praha, Ministerstvo životního prostředí a Ministerstvo zemědělství, 256 s
16. JANSKÝ, B. (2006): Retence vody v povodí. Acta Universitatis Carolinae-Geographica, 2, 173–184.
17. KACHLÍK, V., CHLUPÁČ, I. (2003): Základy geologie. Karolinum, Praha.
18. KOCUM, J. (2012): Tvorba odtoku a jeho dynamika v pramenné oblasti Otavy. Disertační práce, 203.
19. KOLEKTIV AUTORŮ (2007): Atlas podnebí Česka. Český hydrometeorologický ústav, Praha-Olomouc.

20. KUNSKÝ, J. (1968): Fyzický zeměpis Československa. Státní pedagogické nakladatelství, Praha.
21. KUNSKÝ, J. (1974): Československo fyzicky zeměpisně. Státní pedagogické nakladatelství, Praha.
22. LANGHAMMER, J., JANSKÝ, B., KOCUM, J., MINAŘÍK, R. (2018): 3-D reconstruction of an abandoned montane reservoir using UAV photogrammetry, aerial LiDAR and field survey. *Applied Geography*, 98, 9–21.
- 23.
24. LANGHAMMER, J a kol. (2007): *Povodně a změny v krajině*, Katedra fyzické geografie a geoekologie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze a Ministerstvo životního prostředí České republiky, Praha 2007, ISBN 978-80-86561-86-8
25. LIEBSCHER, P., RENDEK, J. (2010): Ryby, rybníky, rybníkáři: Historie a tradice rybníkářství v Čechách. Matúšek, Česko.
26. LOBANOVA, A., LIERSCH, S., PEDRO, J., DIDOVETS, I., STAGL, J., HUANG, S., KOCH, H., RIVAS, R., FOX, C., HATTERMANN, F., KRYSANOVA, V. (2018): Journal of Hydrology : Regional Studies Hydrological impacts of moderate and high-end climate change across European river basins. *Journal of Hydrology*, 18, 15–30.
27. NEMEC, J., GRUBER, C., CHIMANI, B., AUER, I. (2013): Trends in extreme temperature indices in Austria based on a new homogenised dataset. *International Journal of Climatology*, 33, 1538–1550.
28. NEUHÄUSLOVÁ, Z. (2001): Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky. Textová část. Academia, Praha.
29. NEX, F., REMONDINO, F. (2014): UAV for 3D mapping applications : a review. *Applied Geomatics*, 5, 1–15.

30. PAVELKOVÁ, R., FRAJER, J., HAVLÍČEK, M., NETOPIL, P., ROZKOŠNÝ, M., DAVID, V., DZURÁKOVÁ, M., ŠARAPATKA, B. (2016): Historical ponds of the Czech Republic: an example of the interpretation of historic maps. *Journal of Maps*, 12, 551–559.
31. ROUDIER, P., ANDERSSON, J. C. M., METEOROLOGICAL, S., DONNELLY, C., LUDWIG, F. (2015): Projections of future floods and hydrological droughts in Europe under a + 2 ° C global warming. *Climatic Change*, 135, 341–355.
32. SCHMID, J., TOMIC, T., LUTZ, P. (2012): Toward a Fully Autonomous UAV: Research Platform for Indoor and Outdoor Urban Search and Rescue. *IEE Robotics & Automation Magazine*, 19, 46–56.
33. SCHOLZ, M. (2007): Ecological effects of water retention in the River Rhine valley: a review assisting future retention basin classification. *Journal of Environmental Studies*, 2, 64, 171–187.
34. SLÁDEK, J., RUSNÁK, M. (2013): Nízkonákladové mikro-UAV technológie v geografii (nová metóda zberu priestorových dat. *Geografický časopis*, 3, 65, 269–285.
35. SOBÍŠEK, B. (1993): Meteorologický slovník výkladový a terminologický. Ministerstvo řivotního prostředí České republiky, Praha.
36. ŠÁLEK, J. (1996): Malé vodní nádrže v životním prostředí. Vysoká škola Báňská - Technická univerzita, Ostrava.
37. ŠÁLEK, J. (1999): Malé vodní nádrže v zemědělské krajině. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha
38. ŠEDIVÝ, V., VRÁNA, K. (2011): VODNÍ HOSPODÁŘSTVÍ Hydraulika, Malé vodní nádrže, revitalizace krajiny. Střední rybářská škola a Vyšší odborná škola vodního hospodářství a ekologie, Vodňany.

39. ŠTEPÁNEK, P., ZAHRADNÍČEK, P., FARDA, A., SKALÁK, P., TRNKA, M., MEITNER, J., RAJDL, K. (2016): Projection of drought-inducing climate conditions in the Czech Republic according to Euro-CORDEX models. *Climate Research*, 70, 179–193.
40. THOMAS, H., NISBET, T. (2016): An Assessment of the Impact of Floodplain Woodland on Flood Flows. *Water and environment Journal*, May 2007, 13.
41. VÁCLAVÍK, V. (2007): Účelové vodohospodářské nádrže. VŠB - Technická univerzita Ostrava, Ostrava.
42. VEVERKA, B. (1995): Topografická a tématická kartografie. ČVUT, Praha.
43. VLČEK, L., KOCUM, J., JÁNSKÝ, B., ŠEFRNA, L., KUČEROVÁ, A. (2012): Retenční potenciál a hydrologická bilance horského vrchoviště: Případová studie Rokytenské slatě, povodí horní Otavy, JZ Česko. *Geografie*, 395–414.
44. VRÁNA, K., BERAN, J. (2013): Rybníky a účelové nádrže. Česká technika - nakladatelství ČVUT, Praha.
45. WIBIG, J., GLOWICKI, B. (2002): Trends of minimum and maximum temperature in Poland. *Climate Research*, 20, 123–133.

Internetové zdroje

46. CENIA (2018): II. vojenské mapování. Česká informační agentura životního prostředí. <http://geoportal.gov.cz> (cit. 24. 5. 2019)
47. ČGS (2018): Geologická mapa 1 : 50 000. Česká geologická služba. <https://mapy.geology.cz/geocr50/>. (cit. 10. 6. 2019).
48. ČSN 75 2410 (2011): Malé vodní nádrže. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví,. <http://csnonline.agentura-cas.cz/> (cit. 3. 5. 2019)

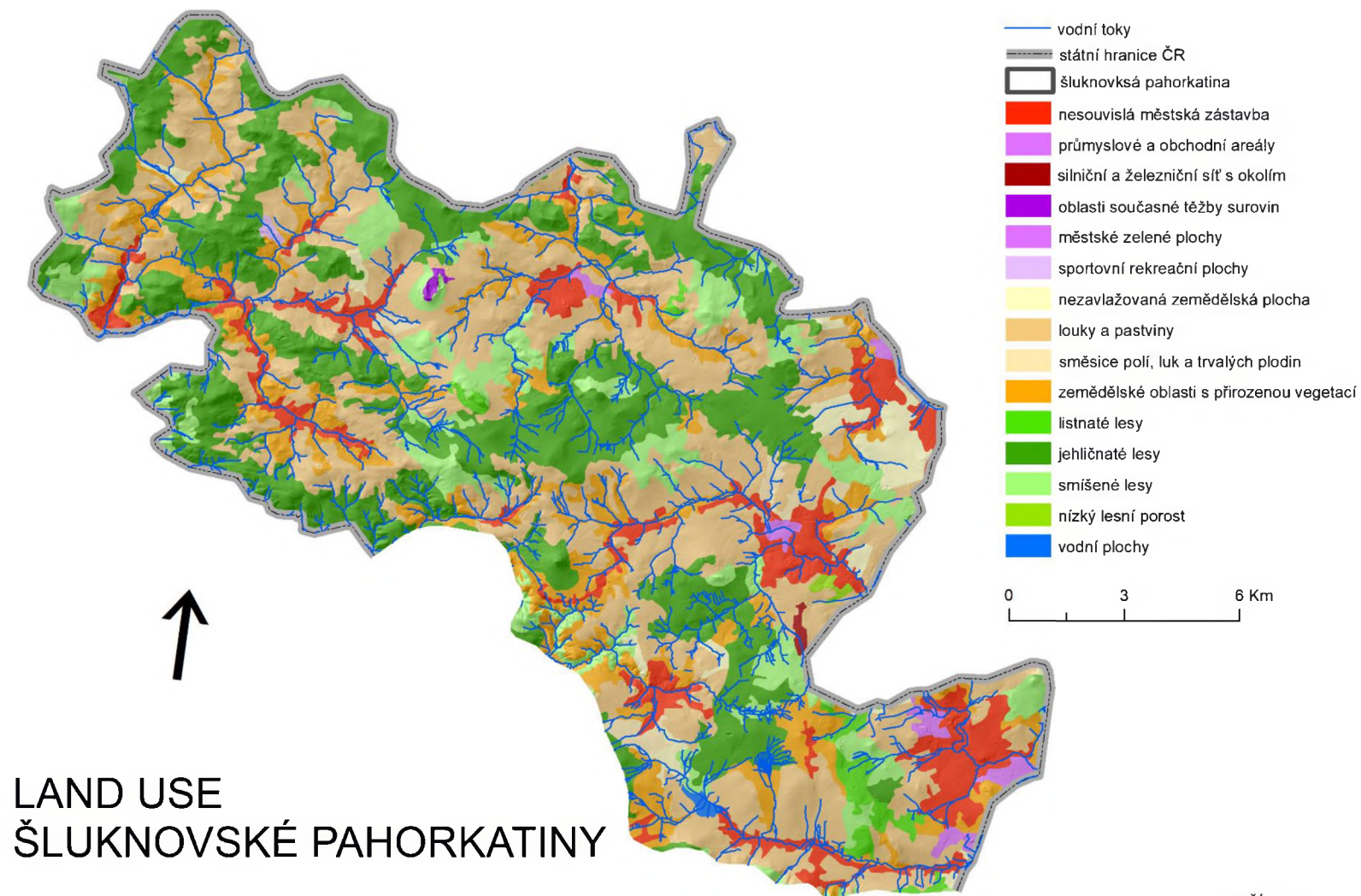
49. ČÚZK (2018): Digitální model reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G). Český úřad zeměměřičský a katastrální. www.cuzk.cz (cit. 24. 5. 2019).
50. ČÚZK (2018): Základní mapa 1 : 25 000. Český úřad zeměměřičský a katastrální . <http://www.arcgis.com/home/item.html?id=0ed5028bf3a943dc9bb1eced6ae72f76> (cit. 10. 5. 2019).
51. ČÚZK, (2010). Digitální model reliéfu České republiky 5. generace [https://geoportal.cuzk.cz/\(S\(wqxx3hpnjxqiu0vdf5movla4\)\)/Default.aspx?mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-DMR5G-&head_tab=sekce-02-gp&menu=302](https://geoportal.cuzk.cz/(S(wqxx3hpnjxqiu0vdf5movla4))/Default.aspx?mode=TextMeta&side=vyskopis&metadataID=CZ-CUZK-DMR5G-&head_tab=sekce-02-gp&menu=302) (cit. 24.6.2019)
52. DZURÁKOVÁ, M. OSIČKOVÁ, K., ROZKOŠNÝ, M. (2017): Potenciál aplikace přírodě blízkých opatření pro zadržení vody v krajině a zlepšení ekologického stavu vodních útvarů. <https://www.vtei.cz/2017/08/potencial-aplikace-priode-blizkych-opatreni-pro-zadrzeni-vody-v-krajine-a-zlepseni-ekologickeho-stavu-vodnich-utvaru/> (cit. 4. 6. 2019).
53. EEA (2015): Climate change impacts and adaptation. European Environment Agency. <https://www.eea.europa.eu/soer-2015/europe/climate-change-impacts-and-adaptation> (cit. 25. 6. 2019).
54. LAND.COPERNIUS (2018): Corine land cover. <http://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc-2018/view> (cit. 24. 5. 2019).
55. LIBERECKÁ KRAJ (2019): Dotační program – 8.6 Podpora retence vody v krajině. Liberecký kraj. <https://dotace.kraj-lbc.cz/8-6-podpora-retence-vody-v-krajine-r896467.htm> (cit. 25. 4. 2019)
56. MŽP (2009): Strategie přizpůsobení se změně klimatu v podmínkách ČR. Ministerstvo životního prostředí .https://www.mzp.cz/cz/zmena_klimatu_adaptacni_strategie (cit. 15. 5. 2019)
57. MŽP (2005) Katalog opatření, list 35 – Suché a polosuché poldry [online]. Ministerstvo zemědělství České republiky, 2005 http://eagri.cz/public/web/file/36941/pruvodni_zprava.pdf (cit 1.7.2019)

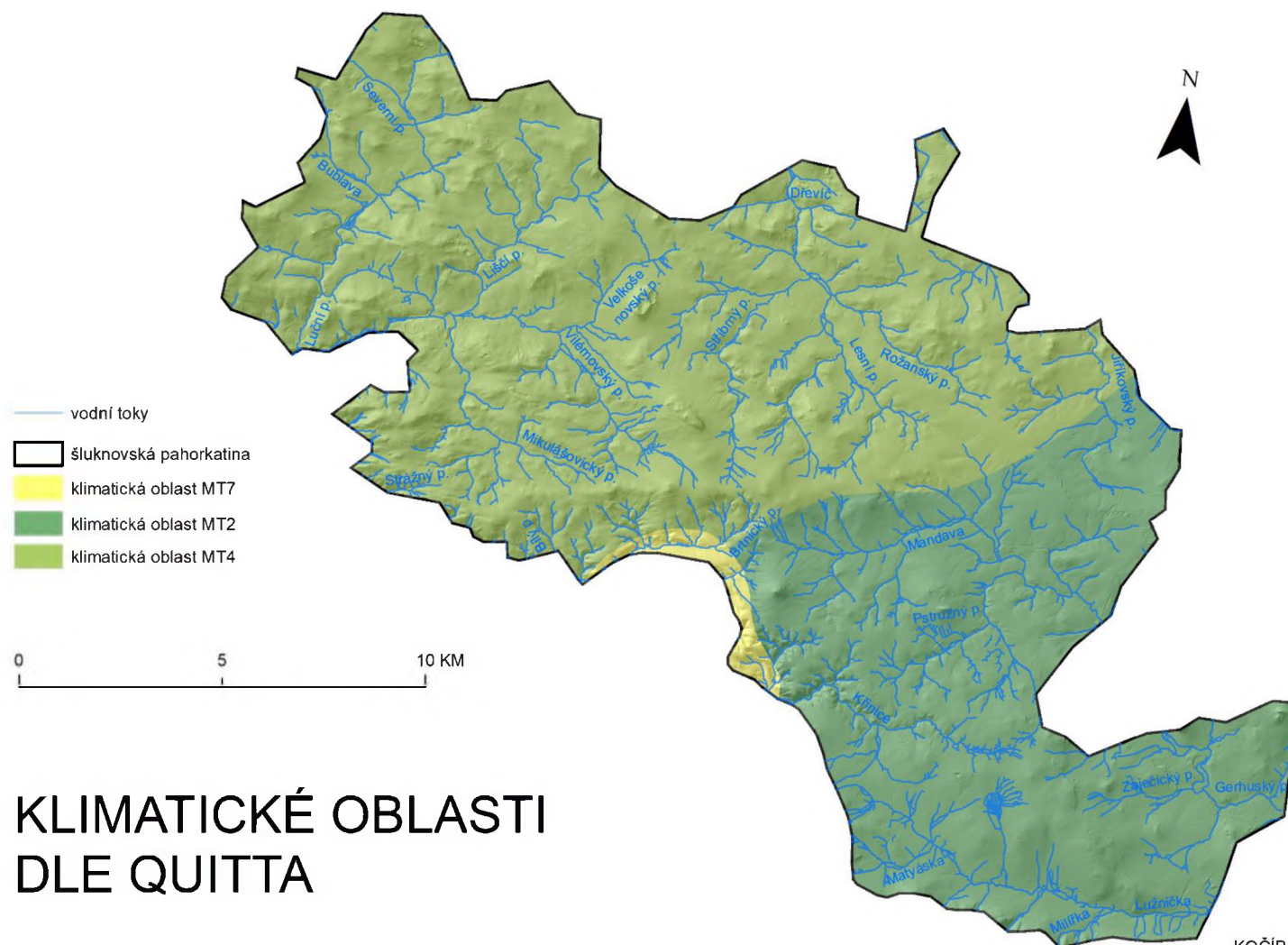
58. ŠMÍDA, J., 2017. Geoinformatika a geografické informační systémy pro geografy – vybrané kapitoly, <https://elearning.fp.tul.cz/enrol/index.php?id=1133> (cit 4.7.2018)
59. VÚV(2014):StrukturaDIBAVOD:KatalogovýlistDIBAVOD.
http://www.dibavod.cz/index.php?id=27&id_dib=68 (cit. 24. 5. 2019).

Seznam příloh

Příloha 1 Vymezení oblasti a jemné toky.....	74
Příloha 2 Land use Šluknovské pahorkatiny	74
Příloha 3 Klimatické regiony dle Quitta	74
Příloha 4 Hustota říční sítě ve Šluknovské pahorkatině	74
Příloha 5 Fotogrametrická mapa zaniklých MVN v lokalitě Liščí	74
Příloha 6 Náhled 3D modelu	74
Příloha 7 Batymetrie horní MVN v lokalitě Liščí	74
Příloha 8 Batymetrie spodní MVN v lokalitě Liščí	74



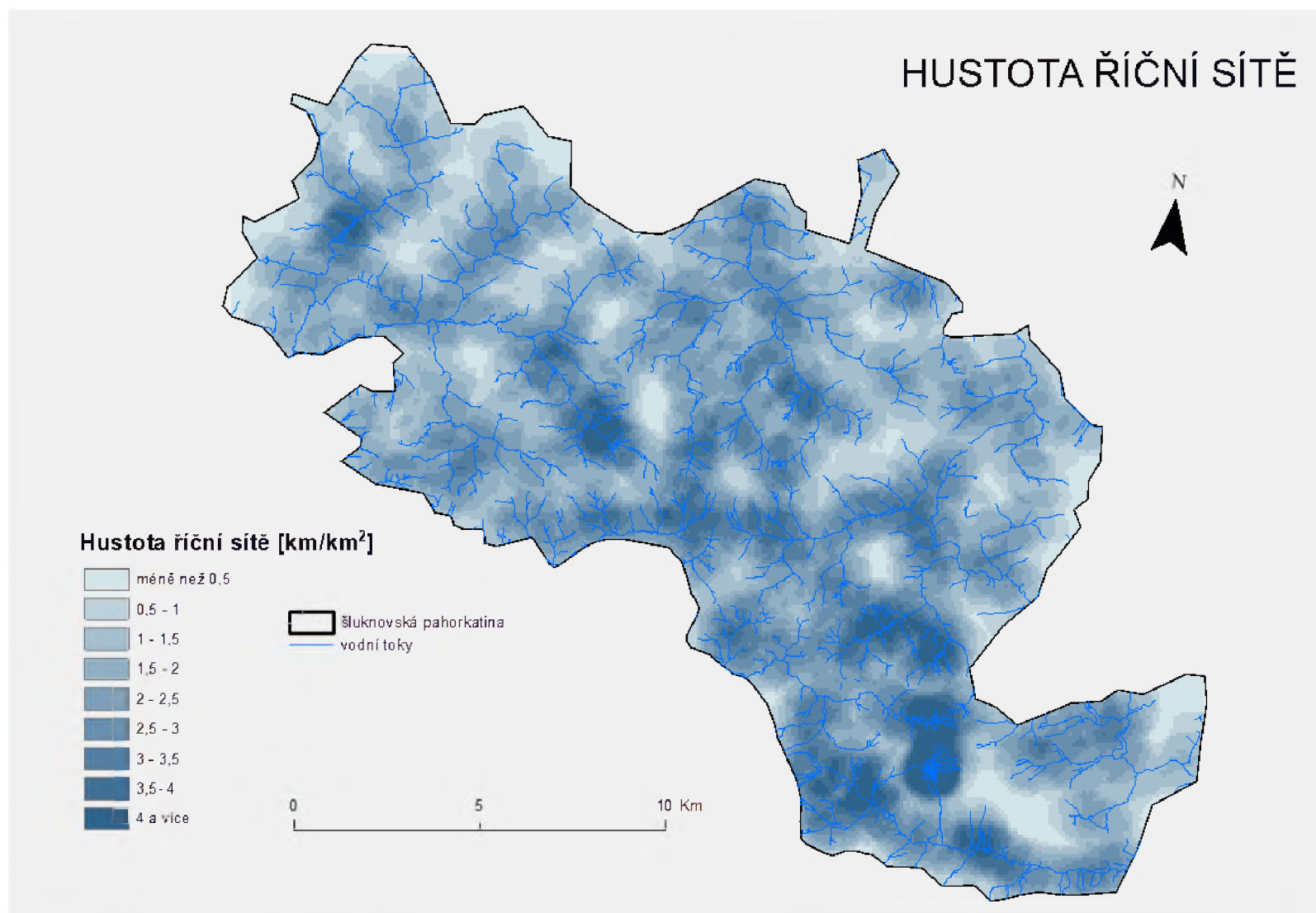




KLIMATICKÉ OBLASTI DLE QUITTA

Příloha 3 Klimatické regiony dle Quitta

KOČIB 2019



Příloha 4 Hustota říční sítě ve Šluknovské pahorkatině

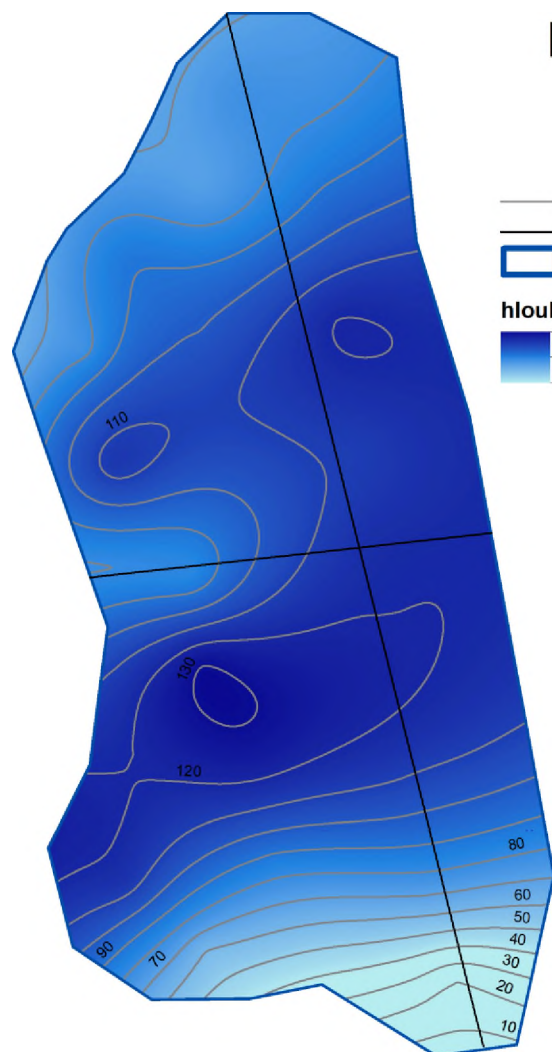


Příloha 5 Fotogrametrická mapa zaniklých MVN v lokalitě Liščí



Příloha 6 Náhled 3D modelu

BATYMETRIE HORNÍ MALÉ VODNÍ NÁDRŽE



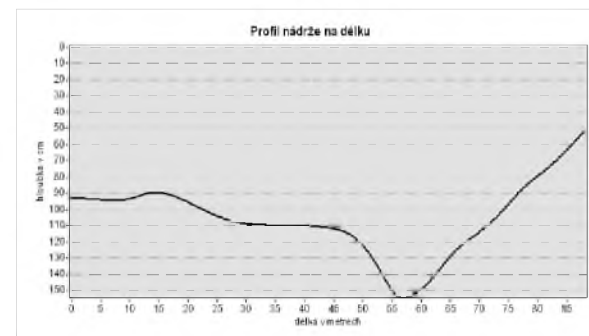
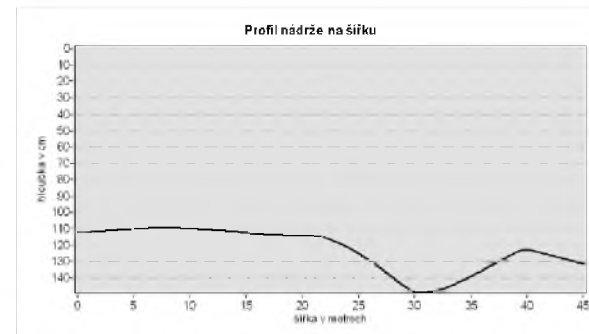
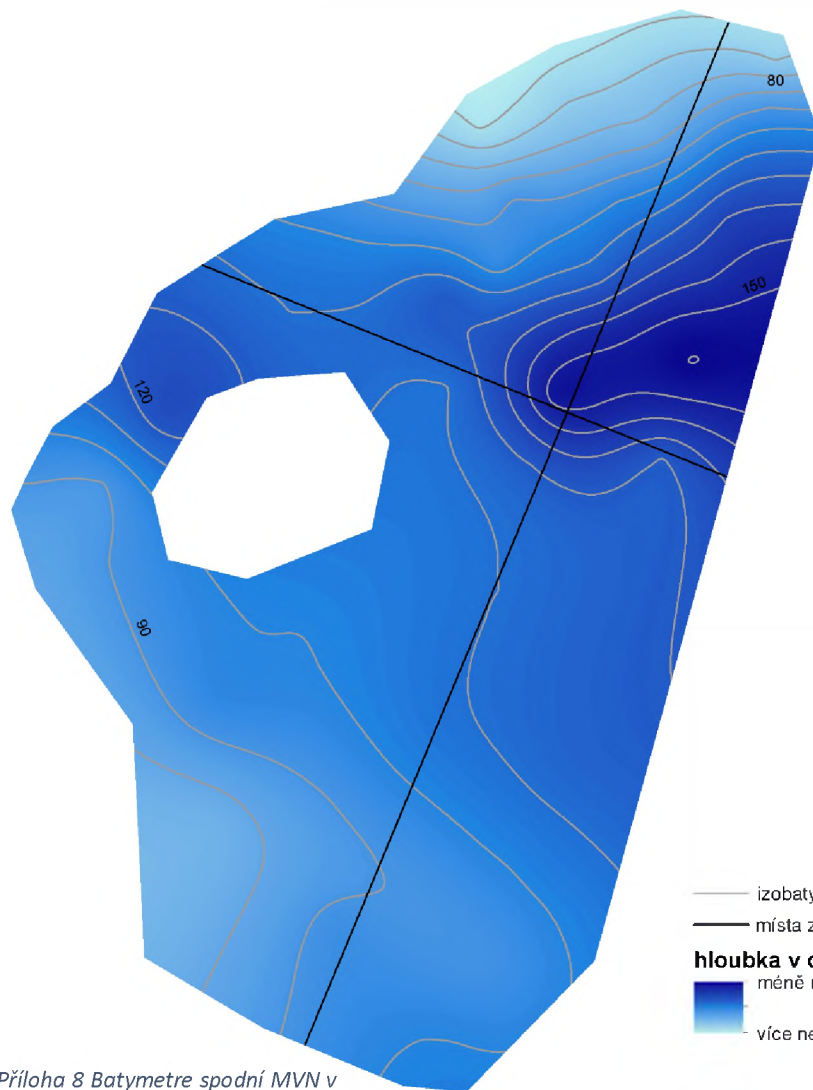
— izobaty
— místa znázorňující graf
□ obrys MVN
hloubka v cm
méně než: 132
více než: 0



0 10 20 m

KOČÍB 2019

BATYMETRIE SPODNÍ MALÉ VODNÍ NÁDRŽE



— izobaty
— místa znázorňující graf

hloubka v cm
méně než: 161
více než: 30

0 10 20 m

Příloha 8 Batymetrie spodní MVN v
lokalitě Liščí

KOČIB 2019